

2010年度（3月修了）

早稲田大学大学院商学研究科

専 門 職 学 位 論 文

題 目

イノベーションのジレンマにおける

ユーザーの二面性の効果について

～ 異なるバリュー・ネットワークの発見と融合のプロセス ～

プロジェクト研究 競争戦略研究

指導教員 内田 和成 教授

学籍番号 35092729-5

氏 名 高村 和久

＜ 概要書 ＞

イノベーションのジレンマにおける ユーザーの二面性の効果について

～異なるバリュー・ネットワークの発見と融合のプロセス～

高村 和久

1. 研究の背景と目的

本論文は、クリステンセンによる「イノベーションのジレンマ」の議論をベースとする、イノベーションの創出プロセスに関する論文である。

破壊的イノベーションが発生する際、ユーザーが、自らが属さないバリュー・ネットワーク（エコシステム）における技術を発見し、それをカスタマイズして適用する事例が見られる。この技術の発見の際、ユーザーの「二面性」の効果が発揮されているのではないかという疑問に基づき、イノベーションのプロセスを説明する仮説モデルを構築する研究を行った。

2. 先行研究

本研究では、以下の3つの先行研究をベースとして検討を行った。

- クリステンセン の「イノベーションのジレンマ」に関する研究
- ヒッペル etc.の「ユーザーによるイノベーション」に関する研究
- グラノヴェッター etc.の「社会的ネットワーク」に関する研究

3. 研究手法

事例研究を通じた仮説モデルの構築を行った。

具体的には、下記の4事例について、開発者へのインタビューと公開情報を通じて情報収集を行い、イノベーションのプロセスに関する検討を行った。

■ ローエンド型破壊的イノベーションの事例

ヤマハ株式会社のルーターの開発

株式会社アールエフの口腔内カメラの開発

● 新市場型破壊的イノベーションの事例

アップル社の「iPod」の開発

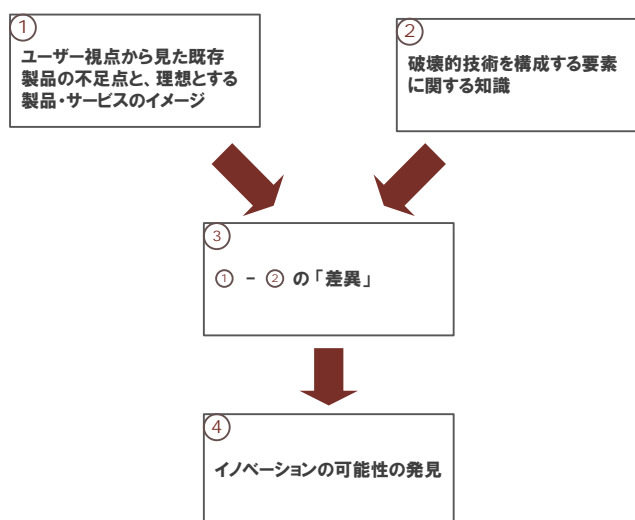
クリプトン・フューチャー・メディア株式会社の「初音ミク」の開発

4. 考察

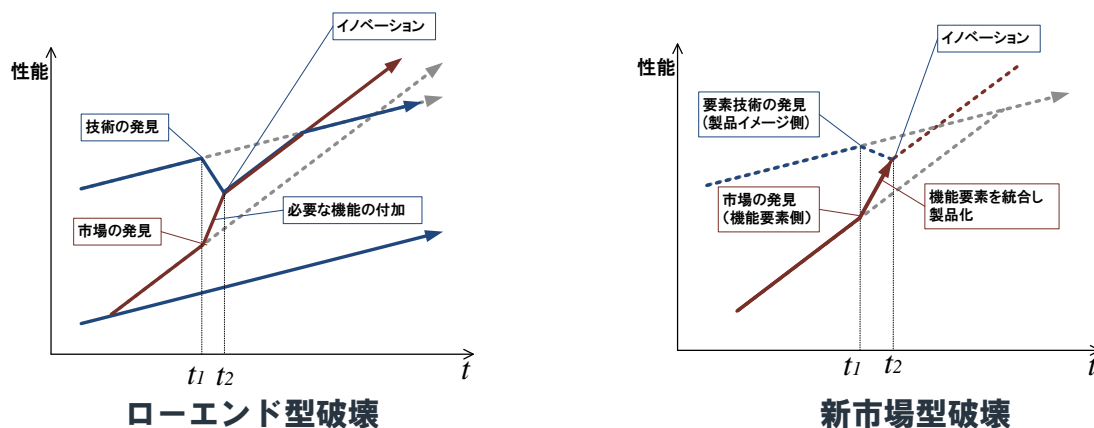
事例の考察から、破壊的イノベーションのモデルとして主に下記を提案した。

■ イノベーションの可能性の発見

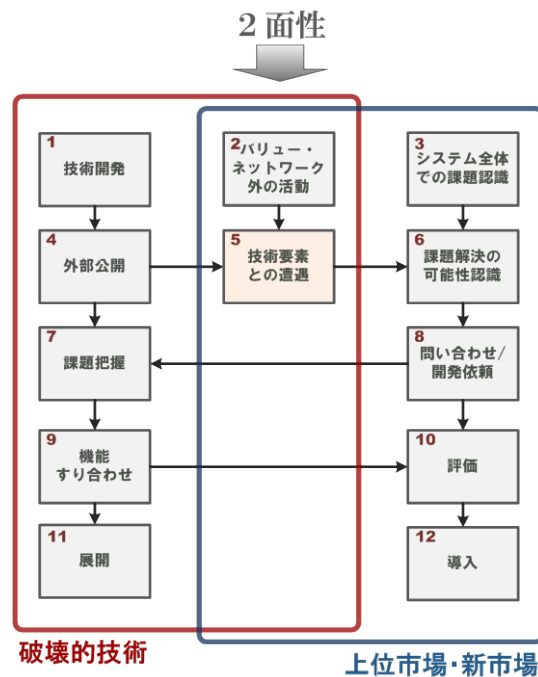
ユーザーは、自らの二面性を通じて、異なるバリュー・ネットワークに存在する「技術」を発見する。ユーザーは、その技術が持つ機能を自分の属する市場に応用できると考え、技術の開発者にカスタマイズを要望する。これにより、イノベーションの可能性が発見される。技術の開発者はこれを受けて技術の性能改善を開始する。



■ イノベーションの創出プロセス



ローエンド型、新市場型の双方において、ユーザーの要望を受けた技術開発者は、より効率的に技術性能を向上させ、市場に参入を果たす。技術を発見したユーザーは、その技術が従来の市場の要求性能を下回る場合においても、ユーザーの目的を十分に満たすように改善された技術を用いる。



■ ユーザーの二面性の効果

二面性を持つユーザーはニーズ情報・シーズ情報の双方に詳しいため、技術を発見した後も、情報をやり取りする際の誤りの発生を抑制し、的確な改善案を提案し、修正回数を減少させ、双方の満足度を上げ、開発スピードを向上させる。

5. 今後の展望

主な今後の課題として下記が挙げられる。

- 仮説モデルの検証のための更なる事例研究
 - ・ ユーザーの二面性が発揮されない場合との比較
 - ・ 持続的イノベーションとの比較
- ビジネスモデルの変化を含む仮説モデルへの拡張

<主な参考文献>

Christensen, C. M., , M. E. Raynor (2003). 『The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth』. Boston, MA, Harvard Business School Press.

von Hippel, E. (1994). ""Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation." Management Science 40(4): 429-439.

Granovetter, M. (1973). "The Strength of Weak Tie." American Journal of Sociology 78(6): 1360-1380.

2010年度（3月修了）
早稲田大学大学院商学研究科 専門職学位論文

イノベーションのジレンマにおける ユーザーの二面性の効果について

～ 異なるバリュー・ネットワークの発見と融合のプロセス ～

プロジェクト研究 競争戦略研究

指導教員 内田 和成 教授

学籍番号 35092729-5

氏 名 高村 和久

目次

はじめに.....	6
第一節 はじめに.....	6
第二節 本論文の構成.....	6
第一章 研究の背景と目的.....	8
第一節 本論文の背景.....	8
第二節 本論文の目的.....	9
第二章：先行研究のレビュー.....	10
第一節 先行研究の概要.....	10
第二節 「イノベーションのジレンマ」に関する研究.....	10
第一項 破壊的イノベーション.....	10
第二項 ローエンド型破壊と新市場型破壊.....	12
第三項 競争地盤の変化（複数の性能要素による競争）.....	13
第四項 破壊的イノベーションの特徴.....	15
第五項 破壊的イノベーションとバリュー・ネットワーク.....	17
第六項 技術のSカーブとバリュー・ネットワーク.....	18
第三節 ユーザーからのイノベーションに対する貢献に関する研究.....	21
第一項 ユーザーによるイノベーション.....	21
第二項 「期待利益仮説」によるイノベーションの発生場所の分類.....	21
第三項 「情報の粘着性」によるイノベーションの発生場所の分類.....	23
第四項 問題解決のプロセス.....	25
第四節 社会的ネットワークに関する研究.....	27
第一項 「弱い紐帯」の理論.....	27
第二項 「構造的空隙」の理論.....	29
第三項 異業種交流（Cross-Pollination）の効果.....	30
第三章 検討内容と検討手法.....	32
第一節 本研究における検討課題と初期仮説.....	32
第二節 検討手法.....	33
第四章 事例研究.....	35

第一節 ヤマハ株式会社 (ルーター事業).....	35
第二節 株式会社アールエフ (口腔内カメラ事業).....	42
第三節 Apple Inc. (iPod 事業).....	46
第四節 クリプトン・フューチャー・メディア株式会社 (初音ミク).....	51
第五章 考察.....	58
第一節 考察の概要.....	58
第二節 事例の類似点からのインプリケーション	58
第一項 ユーザーによるイノベーションの発見	58
第二項 要求性能分布から見たイノベーションの発見プロセス	61
第三項 イノベーションの発見プロセスにおけるユーザーの 2 面性の効果	65
第四項 各事業におけるユーザーの 2 面性の効果の確認	66
第五項 「ユーザーによるイノベーション」の観点から見た 2 面性の効果	75
第六項 「社会的ネットワーク」の観点から見た 2 面性の効果	78
第三節 事例の相違点からのインプリケーション	82
第四節 考察のまとめと競争戦略へのインプリケーション	84
第一項 考察のまとめ	84
第二項 競争戦略へのインプリケーション	85
終わりに.....	87
第一節 本論文の総括 (仮説モデルの提示)	87
第二節 今後の展望.....	91
謝 辞.....	93
参考文献.....	94
Appendix: 破壊的技術の性能改善 「加速」のロジック	100
第一節 投入資源の増加による改善速度の向上.....	100
第二節 機能の付加・削除による技術改善速度の向上	101

図表一覧

図 1	本論文の構成.....	6
図 2	イノベーションのジレンマ	8
図 3	破壊的イノベーション	10
図 4	ローエンド型破壊.....	12
図 5	新市場型破壊.....	12
図 6	ハードディスクドライブの性能進化 (Christensen 1997)	14
図 7	競争地盤の変化.....	15
図 8	バリュー・ネットワーク (高橋 2000).....	18
図 9	一般的な技術の S カーブ (Christensen 1997).....	19
図 10	破壊的技術の S カーブ (Christensen 1997).....	19
図 11	問題解決のプロセス.....	26
図 12	弱い紐帯.....	27
図 13	ブリッジ.....	28
図 14	構造的空隙.....	29
図 15	異業種交流の効果 (Fleming 2004)	30
図 16	本研究の検討課題（ローエンド型）	32
図 17	本研究の検討課題（新市場型）	33
図 18	ヤマハのルーター事業.....	35
図 19	RT-100i	37
図 20	アールエフの口腔内カメラ事業.....	42
図 21	トレインスコープ	43
図 22	サテライトスコープ SS-100.....	45
図 23	Apple Inc.の iPod 開発.....	46
図 24	東芝の HDD 性能	47
図 25	初代 iPod.....	50
図 26	クリプトン社の初音ミクの開発.....	51
図 27	初音ミク	51
図 28	VOCALOID.....	53

図 29	ローエンド型におけるユーザーの 2 面性.....	58
図 30	新市場型におけるユーザーの 2 面性.....	59
図 31	バリュー・ネットワークを超えた技術の発見.....	59
図 32	破壊的イノベーションのアイデア創出.....	60
図 33	顧客の要求性能の密度分布.....	61
図 34	密度分布を用いたローエンド型の説明.....	61
図 35	ローエンド型のプロセス.....	62
図 36	新市場型の密度分布による説明.....	63
図 37	新市場型のプロセス.....	63
図 38	ユーザーの 2 面性がイノベーションに与える効果（ベース図）.....	65
図 39	ユーザーの 2 面性がイノベーションに与える効果（ヤマハ）.....	67
図 40	ユーザーの 2 面性がイノベーションに与える効果（アールエフ）.....	69
図 41	ユーザーの 2 面性がイノベーションに与える効果（iPod）.....	71
図 42	ユーザーの 2 面性がイノベーションに与える効果（初音ミク）.....	73
図 43	ユーザーの 2 面性と情報の粘着性.....	76
図 44	問題解決プロセスにおけるユーザーの 2 面性の効果.....	77
図 45	社会的ネットワークの観点から見た 2 面性の効果.....	78
図 46	社会的ネットワークの観点から見た破壊的技術の市場参入プロセス.....	79
図 47	相違点からのインプリケーション.....	82
図 48	バリュー・ネットワークの図による相違点の説明.....	83
図 49	2 面性の効果の入れ子構造.....	83
図 50	競争戦略へのインプリケーション.....	86
図 51	バリュー・ネットワークを超えた技術の発見.....	87
図 52	破壊的技術の総合性能曲線（1）.....	102
図 53	技術性能曲線の正規化.....	103
図 54	破壊的技術の総合技術曲線（2）.....	104
図 55	技術性能曲線の直線近似.....	104
図 56	ブルー・オーシャン戦略における「バリュー・イノベーション」の概念図.....	105
図 57	要素機能の付加の効果.....	106
図 58	要素機能の削除の効果.....	107
図 59	要素機能の追加・削除の両者を考慮した図.....	107

表 1	破壊的イノベーションの特徴.....	15
表 2	期待利益仮説.....	22
表 3	情報の粘着性仮説.....	23
表 4	ローエンド型破壊的イノベーションの事例.....	34
表 5	新市場型破壊的イノベーションの事例.....	34

はじめに

第一節 はじめに

本論文は、クリステンセン(Christensen 1997)による「イノベーションのジレンマ」の議論をベースとする、イノベーションの創出プロセスに関する論文である。「破壊的イノベーション」についての知見を踏まえて具体的な事例を4例挙げ、その内容から推察できるモデルについて議論する。

第二節 本論文の構成

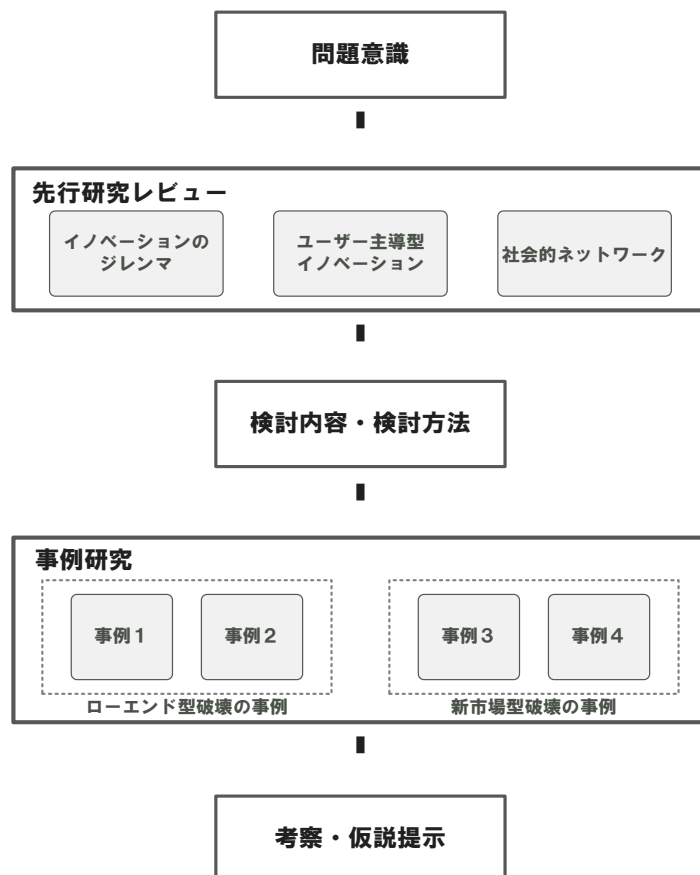


図1 本論文の構成

本論文は次のように構成される。

始めに第一章において、研究の動機となる、イノベーションの発生プロセスに関する問題意識について述べる。

続いて、第二章において、本論文のベースとなった先行研究に関して述べる。

先行研究として、

- イノベーションのジレンマ
- ユーザー主導によるイノベーションの創出
- 社会的ネットワーク

に関する議論を取り上げる。

引き続き第三章において、本論文において課題とする検討内容と、それを検討するために用いた研究手法について述べる。

これを踏まえ、第四章において、4つの事例について取り上げる。事例は、「イノベーションのジレンマ」の議論において「ローエンド型破壊」と位置づけられる事例と、「新市場型破壊」と位置づけられるものについて、それぞれ2事例ずつ記述されている。

最後に第五章において、これらの事例についての考察を行い、そこから推察される事項と考えられるモデルについて議論する。

第一章 研究の背景と目的

第一節 本論文の背景

本研究はヤマハのルーターに関するヒアリングから始まった。消費者のロコミランキングサイトにおいて、数千円の製品が並ぶ中、数万円の子マハの製品が不自然に存在していたからである。自分の周りの人々にヒアリングしても、ヤマハの製品は性能が良く、他社のように壊れたりしない、ということであった。それにしても、この価格差で健闘しているのは何故であろうか。

ヤマハのルーターが初めて発売されたのは1994年である。その頃、実際に関係していた方々に話を伺った。値段が高くとも人気が高い理由は諒解した。主に小規模ビジネス用途に用いられていたのである。会社が小さいが故、購買を量販店で済ませる企業層が存在していた。彼らは以前よりヤマハを使用しており、使い勝手が良かったためにそのままロックインしているのである。これに加え、購買部が存在するより大規模な企業にもヤマハの製品が広く使用されていた。

そのインタビューの中で、大企業の企業内ネットワークに採用されていくプロセスに、関心を持った。市場参入時点に想定していなかった上位市場に参入する過程であり、クリステンセン(Christensen 1997)の「イノベーションのジレンマ」の議論が当てはまる。

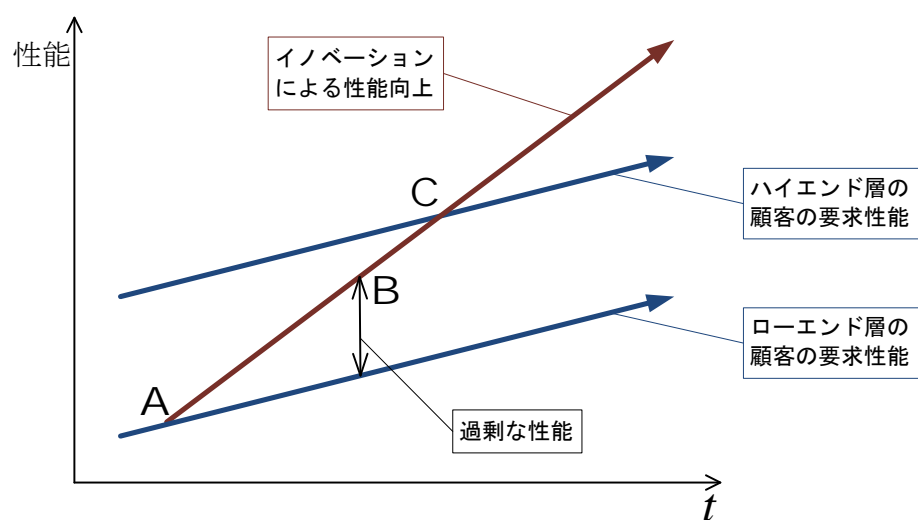


図2 イノベーションのジレンマ

クリステンセンの「イノベーションのジレンマ」における「破壊的イノベーション」に関する図を上を示す。縦軸は性能の良さを示し、横軸は時間の経過を示す。

「ローエンド」の市場に対してビジネスを行っている製品の性能は、当初、点Aにおいては、ローエンドの市場におけるユーザーが要求する性能と一致しているが、時間が経過するに従って技術性能と市場の要求する性能には乖離が発生する。点Bにおいては破壊的技術は市場の要求を上回る過剰な性能を提供している。その後も技術性能は向上を続け、点Cにおいて上位の市場の要求を満たすようになる。この時点において、破壊的技術は上位の市場に参入を果たす。

ルーターの事例においては、当初は SOHO（小規模事業者向け）と考えて作られた製品が、その何倍もの価格の上位ルーターの市場を置き換えた。より低価格で、よりシンプルな破壊的技術が上位市場に参入した破壊的イノベーションの事例である。参入プロセスについてより詳しくインタビューする中で、「そもそも、そのような上位の市場は想定していなかった」という感想と、「想定はしていなかったが、ユーザーの要望に応えることによって参入できて良かった」という意見に関心をもった。

破壊的技術をもって上位市場に参入する際、当初は想定していなかった市場に参入している。考えてみれば、下位市場に製品を展開しているのであるから、最初から上位市場を目指しているわけではない。上位市場に参入を意図する時期であっても、上位市場の「しきたり」がわからないし、どうすれば参入できるのか、どこから手をつけて良いのかわからない。そもそも、ルーターの事例では、市場の「存在」すら認識されていなかったのである。その後、技術と市場が偶然に邂逅する時点があり、その新結合を通して新市場への参入を果たしている。

このような、破壊的技術と市場の新結合のプロセス、もしくは破壊的技術による新市場の創出プロセスについて、事例を通じて検討したいという考えが本論文の背景となっている。

第二節 本論文の目的

本論文においては、ハイエンド層と破壊的技術の性能曲線の交点の付近において、破壊的技術がどのように市場に導入されていくのか、そのプロセスについて検討し、モデルを提示することを目的とする。これにより、イノベーションが創出される環境についての知見を得られる事が期待される。

第二章：先行研究のレビュー

第一節 先行研究の概要

イノベーションに関する先行研究として、以下の3つの理論について説明する。

- 「イノベーションのジレンマ」に関する研究
- ユーザーによるイノベーションに関する研究
- 社会的ネットワークに関する研究

第二節 「イノベーションのジレンマ」に関する研究

本研究はクリステンセンによる「イノベーションのジレンマ」をベースとしたものである。以下、イノベーションのジレンマについて説明する。

第一項 破壊的イノベーション

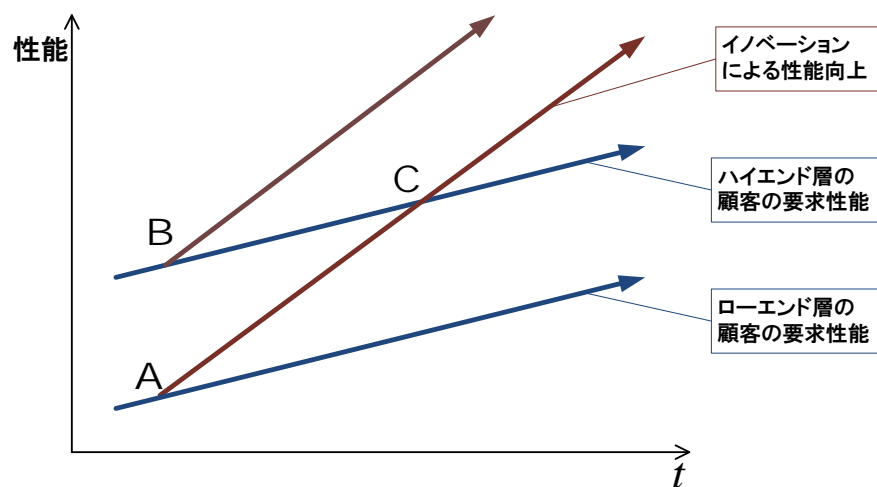


図3 破壊的イノベーション

クリステンセンによれば、イノベーションは「持続的イノベーション」と「破壊的イノベーション」に分類される。

「持続的イノベーション」は「持続的技術」によるイノベーションであり、「破壊的イノベーション」は「破壊的技術」によるイノベーションである。

新技術の殆どは製品の性能を高めるものであり、これを「持続的技術」と呼ぶ。

ここで、性能とは、製品の主要な市場において顧客が重視している機能群を指す。持続的技術には、不連続的で抜本的なものもあれば、漸進的なものもある。しかし、性能が向上しているという点では共通している。持続的技術の競争に勝利するのは一般的に既存の企業である。持続的技術に関する競争は、既存の顧客により高い利益率で売れるより良い製品を提供する競争であるからである。実績のある既存の企業には、参入する強い動機があり、また競争できる資源を保持している。

持続的イノベーションは、このような持続的技術を用いて従来製品より優れた性能を達成し、要求の厳しいハイエンドの顧客を獲得することを目指すイノベーションモデルである。

一方、少なくとも短期的には製品の性能を引き下げる効果をもつものが「破壊的技術」である。破壊的技術は、従来とは全く異なる価値基準を市場にもたらす。

一般的に、破壊的技術の性能が既存製品の性能を下回るのは、主流市場での話である。しかし、破壊的技術には、その他に主流から外れた、少数の新しい顧客に評価される特徴がある。通常は、破壊的技術を利用した製品のほうが低価格・単純・小型で、使い勝手が良い場合が多い。

破壊的イノベーションは、現在手に入る製品程には優れていない製品やサービス売り出す。破壊的技術は新しい顧客や、性能に関する要求がそれほど厳しくない顧客にアピールする。その結果、シンプルで使い勝手が良く、安上がりな製品をもたらす。

こうした破壊的な製品・サービスがいったん新しい市場やローエンド市場に足がかりを得ると、改良のサイクルが始まる。そして、技術進歩のペースが顧客の利用能力を上回るため、以前は不十分だった技術がやがて十分に向上し、より要求が厳しい顧客のニーズを満たすようになる。

具体的には、イノベーションのジレンマの法則は下記のように整理できる。(早稲田大学講義資料：根来 2008)

1. 一般に、イノベーションによる性能改良は、顧客の要求（ニーズ）の上昇よりもはるかに早いペースで進む。

2. イノベーションには、確立した市場での性能改良を追及する「持続的イノベーション」と無消費（消費がなんらかの障害によって妨げられている状況）を市場化する「破壊的イノベーション」がある。
3. 「破壊的イノベーション」による製品は、既存技術に比べてコストが安いですが、最初は性能が劣っているため、既存顧客のニーズを満たすことが出来ず、また既存技術の製品に比べて収益性も低い。
4. その結果、既存技術の成功企業は「持続的イノベーション」の追求を優先する。
5. 一方、破壊的イノベーションは少しずつ改良され、やがて既存市場のニーズも満たすようになっていく。

第二項 ローエンド型破壊と新市場型破壊

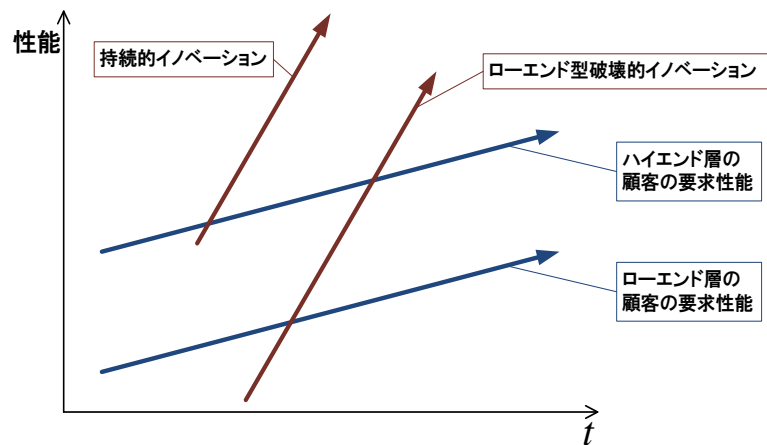


図4 ローエンド型破壊

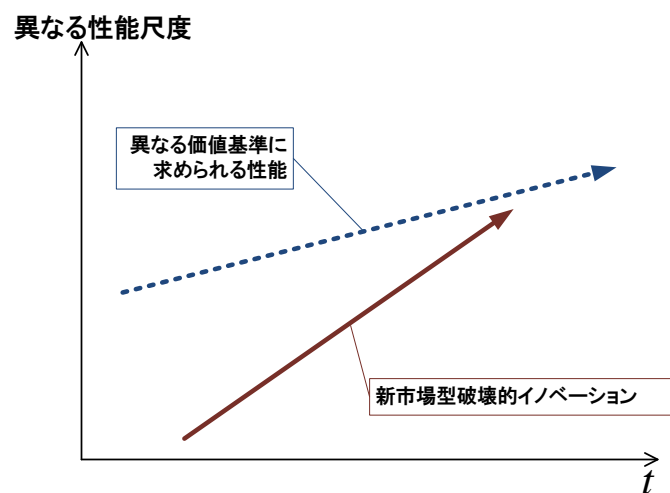


図5 新市場型破壊

破壊的イノベーションには「ローエンド型破壊」と「新市場型破壊」の2種類が考えられる。

主流の市場のローエンドに端を発する破壊的イノベーションを「ローエンド型破壊」という。ローエンド型破壊は、実績ある企業にとって最も魅力の薄い顧客を摘み取ることと成長する低コストのビジネスモデルであるが、既存の企業はローエンド型破壊に直面すると、上位の市場に逃走するように仕向けられる。

一般にローエンド型破壊を可能にするイノベーションは、低い利益率で魅力的な利益を実現するための、間接費を削減する改良と、資産を早く回転させるための、製造プロセスやビジネスプロセスの改良の組み合わせであることが多い。

一方、「新市場型破壊」は、「無消費」、つまり消費のない状況に市場を作り出すことによって起きる破壊的イノベーションである。

新市場型破壊製品は従来品に比べればずっと手ごろな価格で入手でき、しかもシンプルで使いやすいため、それまで消費者ではなかった新しい人々がこの製品を手軽に購入して利用するようになる。

新市場型破壊は、参入当初は独自の市場の中で無消費と対抗するが、性能が向上するにつれ、主流の市場の顧客を最も要求の甘い層から次々に引きずり込むようになる。それは主流市場を侵略するのではなく、逆に、新製品を使う方が便利だと気づいた顧客を主流市場から引きずり出す。新市場型破壊は当初は既存市場に参入しないため、既存市場のリーダー企業は、破壊が最終段階に至るまで全く影響を受けず、脅威も殆ど感じない。実際、破壊者が自らの顧客のローエンド層を引きずり出し始めると、リーダー企業はかえってせいせいする。利ざやの薄い顧客を捨て上位顧客に資源を投入する選択と集中の効果によって、一時的だが高い利益をあげるからである。

第三項 競争地盤の変化（複数の性能要素による競争）

図6はデスクトップパソコンに使用されるハードディスク市場に起きた変化についてまとめた図である。

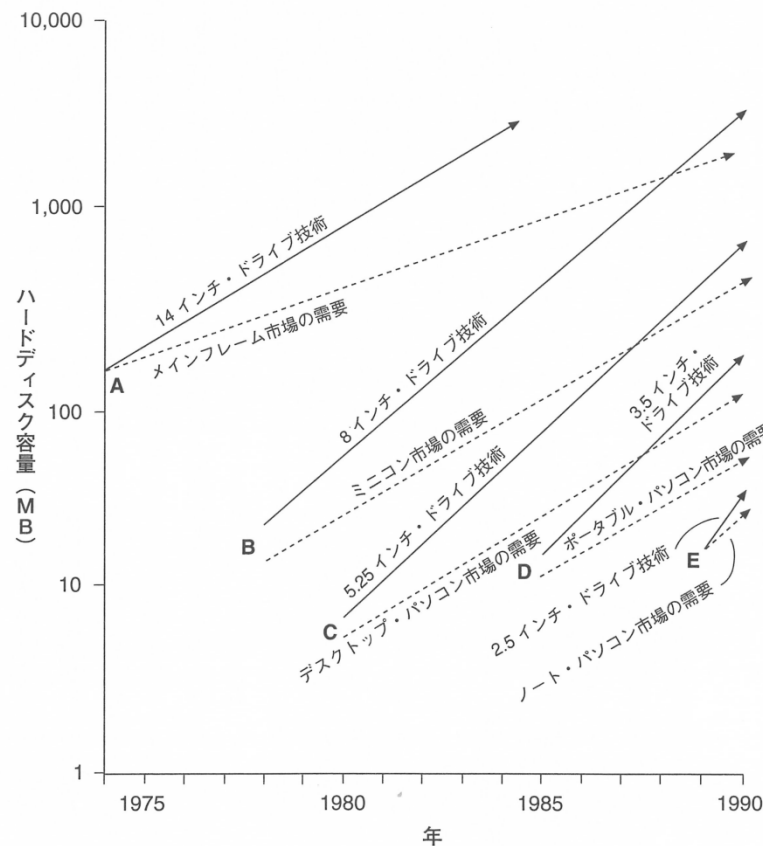


図6 ハードディスクドライブの性能進化 (Christensen 1997)

確立された既存技術として 5.25 インチドライブのハードディスクの性能、破壊的技術として、3.5 インチドライブのハードディスクの性能が示されている。

縦軸の指標は4回変化している。初めに記憶容量に関する競争が発生し、破壊的技術としての 3.5 インチドライブのディスク容量がユーザーの満足する水準に到達する。次に、サイズに関する競争が発生した。より小さい 3.5 インチドライブの PC に対する需要は大きかったが、供給量と組み込みコストの問題から市場の需要を満たすまでに一定の時間がかかった。

次に、信頼性に関する競争が発生した。3.5 インチドライブの耐衝撃性と平均故障間隔 (MTBF) の性能がユーザーの満足する水準にまで到達すると、最後には価格競争が発生する。

ここに到達して、3.5 インチ型のハードディスクはコモディティ商品となり、記憶容量・信頼性等の水準を向上させたところでユーザーの興味は値段のみにあることから、

価格プレミアムがとれない状況となる。「性能の供給過剰」、つまりユーザーが満足するレベルを超えた性能の提供は競争地盤の移行を促す重要な要因である。

競争地盤は機能、信頼性、利便性、価格の4段階で構成されるのが一般的である。競争地盤の先触れになるということは破壊的技術の重要な性質である。

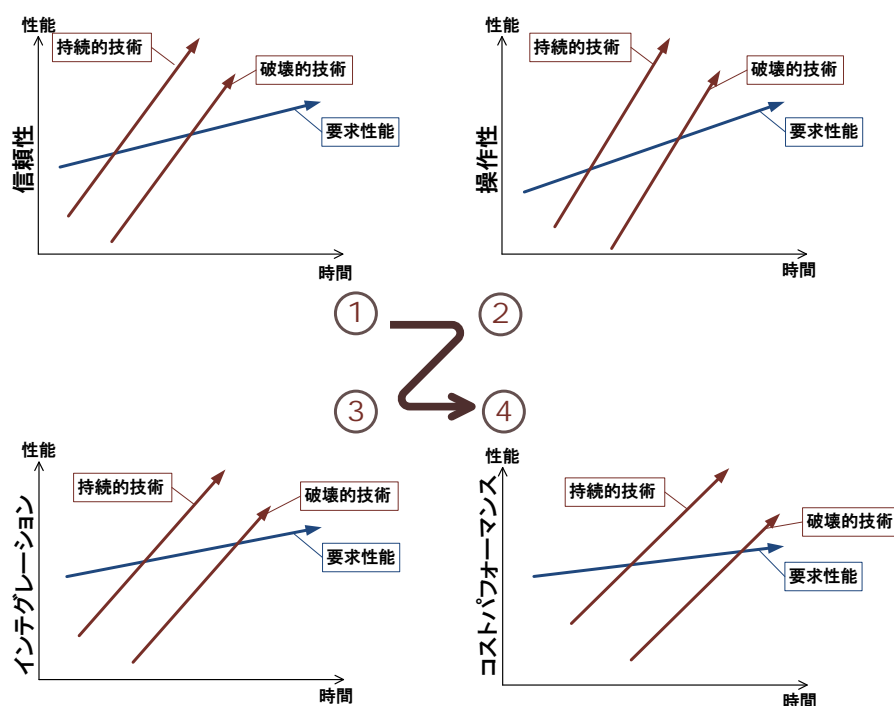


図7 競争地盤の変化

第四項 破壊的イノベーションの特徴

持続的イノベーション、ローエンド型破壊的イノベーション、新市場型破壊的イノベーションのそれぞれの特徴について、表1に示す。

特徴	持続的イノベーション	ローエンド型破壊	新市場型破壊
目標性能	最も厳しい顧客が最も重視する性能の満足度向上	ローエンドのユーザーが満足する程度の性能	従来の基準では低いが、新しい属性では性能向上
顧客・市場	最上位のユーザー	ハイエンドにいる、過保護にされていたユーザー	それまで無消費だったユーザー
ビジネスモデル	既存のプロセス・コスト構造を活かして競争する	運営面・財務面での新しいアプローチ	低価格・少生産量でも利益が出るようなビジネスモデル

表1 破壊的イノベーションの特徴

次の三組の事項について検討することにより、破壊的戦略であるかどうかを判断できる。

1. そのアイデアが新市場型破壊になり得るか

- ・ これまで資金、道具、スキルがないという理由で製品・サービスが全く使用されずにいたか？
高い料金を支払って専門家にやってもらわなければならなかった人が大勢いるか？
- ・ 顧客は製品・サービスを利用するために、不便な場所にあるセンターに行かなければならないか？

2. そのアイデアがローエンド型破壊になり得るか

- ・ 市場のローエンドには、価格が低ければ、性能面で劣るが十分目的を満たす製品を喜んで購入する顧客がいるか？
- ・ こうしたローエンドの「過保護にされた」顧客を勝ち取るために必要な、低価格でも魅力的な利益を得られるようなビジネスモデルを構築することができるか？

3. 競合他社

- ・ このイノベーションは、業界の大手企業全てにとって破壊的だろうか？もし1社もしくは複数の大手企業にとって持続的イノベーションである可能性があれば、その企業の勝算が高く、新規参入者の勝つ見込みは小さい。

また、破壊的技術には、下記の重要な特性がある。

■ 主流市場で破壊的製品に価値がないとされる原因となる特性が、新しい市場では強力なセールスポイントになる事が多い。

破壊的イノベーションで成功する企業は、破壊的技術の性能や機能を当然のものと捉え、それらの特性を受け入れる新しい市場に参入する。

一方、競合する既存の企業は既存の市場のニーズを重視し、破壊的技術が主流市場で十分評価できると思えるまで破壊的技術を受け入れない。

これらの違いは最大の課題はマーケティング上のものであるか技術的なものであるかにある。

マーケティング上の課題だと考える企業は破壊的技術をそのまま使い、既存の市場で役に立たないと思われている特性を活用して新しい市場に参入するが、技術的な課題だと考える企業は既存の市場に適したものになるまで破壊的技術を改良しようと考え、他の市場で基盤が作られた破壊的技術との競争に出遅れる。

ハードディスクドライブの例で言えば、小型であるということが新しい性能指標となっていたが、既存のメーカーはその重要性を認識しなかった。

■ 破壊的技術を用いた製品・サービスは単純・低価格・高信頼性・利便性を備えることが多い。

破壊的技術が主流市場を下から攻撃するようになると、主流製品より単純・低価格で、信頼性が高く便利な製品が市場に参入する。

既存企業は、これに対抗するため、破壊的技術を用いるサービス・製品に「余計な機能」を付加することが多い。しかしこれは既に過剰レベルに達した「機能」段階の性能であるため競争に寄与せず、むしろコストを上げて競争力を失わせる原因となる。

具体的には、ホンダのスーパーカブが米国に参入した事例が挙げられる。単純・低価格・高信頼性・小型で利便性が高いという特徴を備え、ハーレー・ダビッドソン等が占めていた米国の市場に参入を果たした。

第五項 破壊的イノベーションとバリュー・ネットワーク

企業は「バリュー・ネットワーク」の中に組み込まれている。

企業の製品は、他の製品の中に、ひいては最終利用システムの中に構成要素として組み込まれ、階層構造になっているからである。

この「バリュー・ネットワーク」の枠の中で、企業は顧客のニーズを認識し、それに応え、問題を解決し、資源を調達し、競争相手に対応し、利益を求めていく。「バリュー・ネットワーク」の中で、各企業の競争戦略、とりわけ今まで選択してきた市場をベースとした新技術の経済価値の認識が定まる。実績ある企業は、期待する利益のために、資源を持続的イノベーションに振り分け、破壊的イノベーションには振り分けない。

このような資源配分のパターンが、実績ある企業が持続的イノベーションでは常にリーダーシップをとり続け、破壊的イノベーションでは敗者となった原因となる。

バリュー・ネットワークは入れ子構造になった生産者と市場のネットワークが存在する。各階層の構成要素は、このバリュー・ネットワークの中で生産され、一つ上の階層でシステムを統合する生産者に販売される。

例えばディスクドライブの設計と組み立てを行う企業は、磁気ヘッドの製造を専門とする企業から磁気ヘッドを調達し、別の企業からディスクを購入し、さらに他の企業からモーター、ICを購入する。その一つ上の階層では、コンピュータの設計と組み立てを行う企業がディスクドライブを調達する。

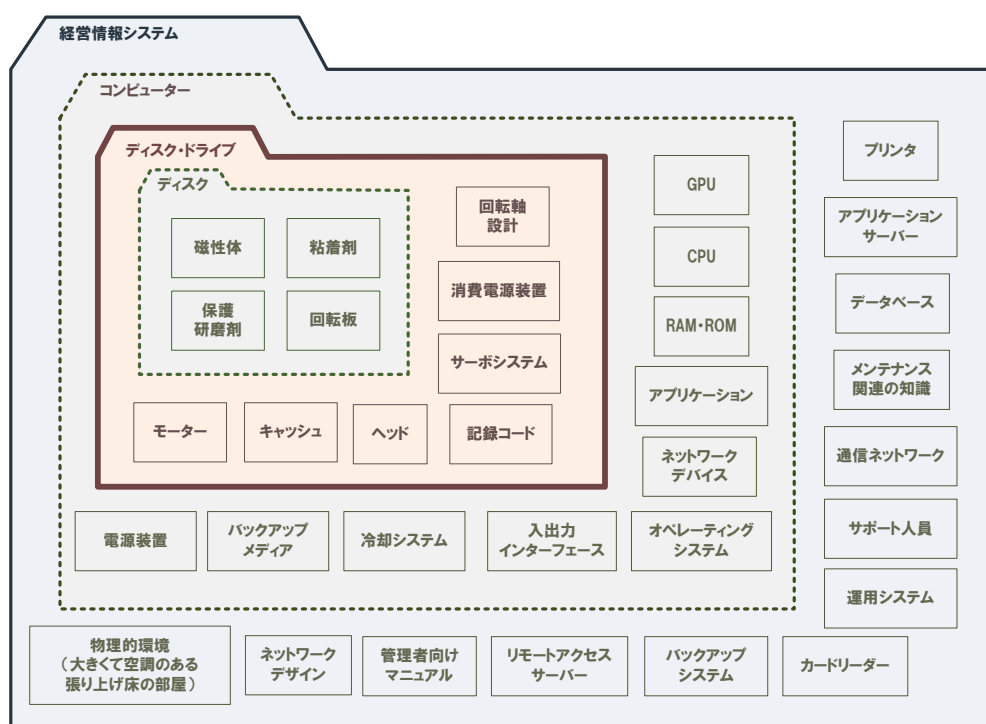


図 8 バリュー・ネットワーク (高橋 2000)

第六項 技術のSカーブとバリュー・ネットワーク

技術の S カーブに関する理論(Christensen 1992)は、一定期間、または一定量の技術努力によって得られる性能向上の度合いが、技術が成熟するに従って変化することを示している。この理論によれば、ある技術の初期段階では、性能向上の速度は比較的遅い。その技術が理解され、扱いやすくなってくると、向上速度は加速する。しかし、成熟段階に達すると、徐々に理論的な限界に近づき、今まで以上に時間をかけたり、技術努力を費やさなければ向上が見られなくなる。その結果、下図 9 のようなパターンが現れる。

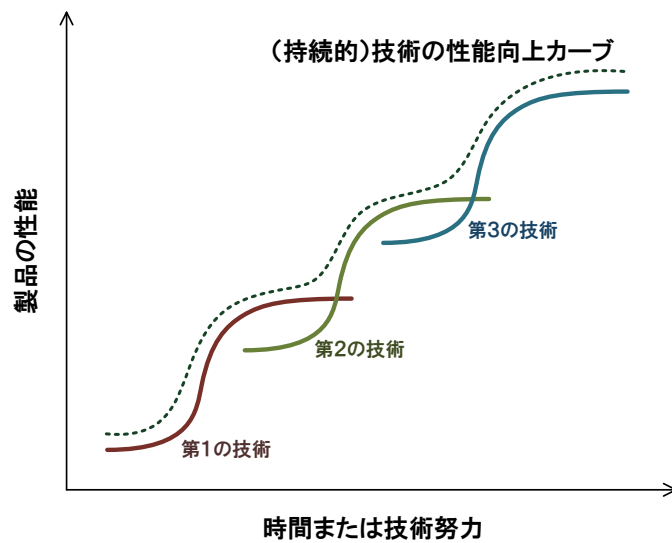


図9 一般的な技術のSカーブ (Christensen 1997)

成熟した技術の後継となる技術も同様のカーブを形成し、互いのSカーブが交差する点において如何にうまく技術を乗り換えることができるかが戦略的な論点となる。Sカーブが交差する典型的な構図は、1つのバリュー・ネットワークの中で持続的イノベーションが起きる様子を表している。漸進的な技術改良により、性能は各々の技術曲線に沿って向上するが、現行技術から新しい技術への移行の際には急激な飛躍が生じる。現行の技術がいずれ横ばいになることを予測し、全体的な進歩の速度を持続するための新技術を見極め、開発、実用化する企業は、以前の技術で実績を積んでいる企業である。

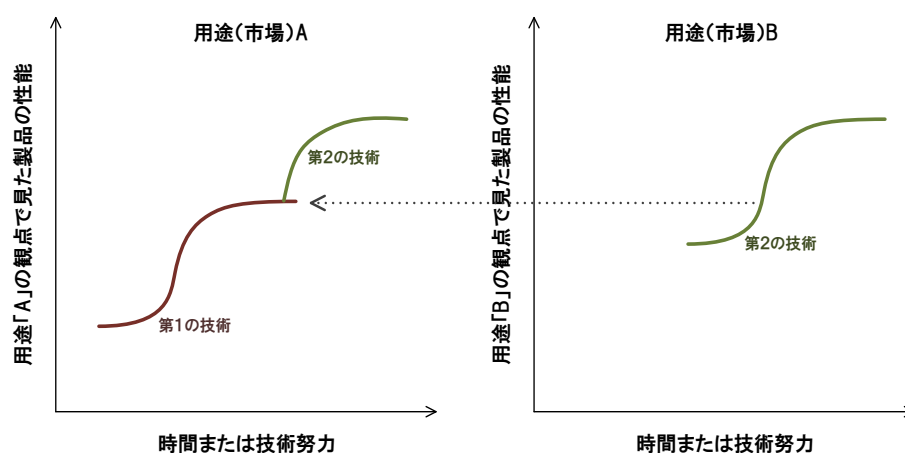


図10 破壊的技術のSカーブ (Christensen 1997)

一方、破壊的イノベーションにおいては性能の向上は図 9 のようには描けない。破壊的イノベーションの縦軸には、確立されたバリュー・ネットワークとは別の性能指標をとらなければならないからである。

破壊的技術は、まず新しいバリュー・ネットワークで商品化され、次に確立された既存のバリュー・ネットワークに侵食するため、これを図式化するには図 10 のような S カurve が必要である。

破壊的技術は、独自のバリュー・ネットワークの中で、独自の軌跡に沿って出現し、発展していく。別のバリュー・ネットワークで求められる性能のレベルと質を満たせるまでに発展すると、そのネットワークを侵食し始め、恐るべきスピードで既存の技術と、既存の実績ある企業を駆逐する場合がある。

図 9 と図 10 の違いが、既存の市場にいる大手企業を失敗に追い込むイノベーションのジレンマを示している。既存の市場における研究開発投資の増強、投資・計画期間の延長、調査や予測、共同研究・共同事業などはいずれも図 9 のような持続的イノベーションの課題に取り組むためにとられた手段である。しかし、図 10 の状況は根本的に性質が異なるため、このような対策では対応できない。

第三節 ユーザーからのイノベーションに対する貢献に関する研究

第一項 ユーザーによるイノベーション

従来の伝統的な考え方では、イノベーションはメーカーが行い、そこでメーカーは新製品に関するニーズを感じ取り、それを満たす製品を開発し市場化するものとされてきた(小川 2000)。

しかしその後、その前提に疑問を投げかける研究が現れてきた。時としてメーカーではなくユーザーがイノベーションを起こす事があるというのである。例えば科学機器の場合、ヒッペル(von Hippel 1976)はイノベーションの 77%がユーザーが支配的なプロセスによって引き起こされていることを示した。同様に、半導体産業・医療機器産業・ソフトウェア産業においても多くの割合でユーザーがイノベーションを起こす現象が観察された(von Hippel 1977; Shaw 1985; Voss 1985)。研究開発の方向付けのために顧客との接点を持つ企業は多い(片平 1999)。

一方、メーカーも依然としてイノベーションの過程で重要な役割を果たしている。また、メーカーのより上流に位置するサプライヤーからのイノベーションの割合が高い業界が存在する事も明らかになった(von Hippel 1988)。

全体として示されているのは、イノベーションが発生する場所は条件に依存し、ある条件の下ではユーザーがその役割を担っているということである。

第二項 「期待利益仮説」によるイノベーションの発生場所の分類

ヒッペル(von Hippel 1976)による主張は、基本的にはイノベーションの発生場所の分布はプレーヤーに「期待される利益」の関数として説明できるというものである。

例えば、もしユーザーが多く利益を得る事ができると期待する一方で、メーカーが期待できる利益が少ない場合には、ユーザーがイノベーションを担う。小川(小川 2000)に倣ってこれを「期待利益仮説」と呼ぶ。ヒッペル(von Hippel 1988)は5つのサンプルにお

いてこの仮説が支持されることを示した。同様にショー(Shaw 1985)も医療機器のイノベーションにおいて支持されることを示した。

メーカーの期待利益	ユーザーの期待利益	イノベーションの発生場所
低い	低い	メーカー ・ ユーザー
高い	低い	メーカー
低い	高い	ユーザー
高い	高い	メーカー ・ ユーザー

表 2 期待利益仮説

しかしながら、イノベーションの発生場所を説明するためには「期待利益仮説」のみでは十分であるとは言えない。

第一に、イノベーションは単一のプレーヤーによって行われるとは限らない。時にイノベーションは複数のプレーヤーによる共同イノベーションとして行われることがある。

「期待利益仮説」ではメーカーあるいはユーザー（もしくはサプライヤー）といった単独イノベーターを想定し、イノベーション場所の分布を説明しようとするため、共同イノベーションの存在を想定しない。

第二に価値基準に問題がある。全ての潜在的イノベーターが自分の期待する利益を同一基準で評価するわけではない。プレーヤーが同一基準で期待利益を評価できない分野では、期待利益仮説のモデルは実用性に乏しい。例えば産業界と学术界に跨る分野においては産業界・学术界双方の評価基準は一致しない場合が考えられる。

第三項 「情報の粘着性」によるイノベーションの発生場所の分類

技術情報の粘着性	ユーザー・ニーズの粘着性	イノベーションの発生場所
低い	低い	メーカー ・ ユーザー
高い	低い	メーカー
低い	高い	ユーザー
高い	高い	イノベーションの過程で メーカーが技術関連の問題 を解決し、ユーザーがニ ーズ関連の問題を解決する

表3 情報の粘着性仮説

これらの課題を踏まえ、ヒッペル(von Hippel 1994)は改めてイノベーションの発生場所に関する定義に異なる枠組みを与えた。

問題を解決するためには、必要となる情報と問題解決能力が結合されなければならない。その一方で、技術あるいはニーズ関連の情報を元々保持されている場所から別の場所に移転し、利用するためにはしばしばコストがかかる。ヒッペル(von Hippel 1994)はイノベーション関連の情報を移転し利用するコストがイノベーションの発生場所を説明すると主張する。

情報の移転の難しさを情報の「粘着性」と定義する。情報の「粘着性」とは、その情報を使用可能な形で特定の場所に移転するために必要な費用であり、逓増的である。この情報の移転費用が低いときには情報の粘着性は低いとされ、高いときには粘着性が高いとされる。

ここで、「受け手に利用可能な形での」情報の移転とは、ある情報の存在を確認し、その意味を理解し、操作できるというところまでの活動全てを含んでいる。

情報を移転するためにコストが必要となり粘着性が増大する理由として、下記が考えられる。

第一に、情報移転のコストは情報そのものの性質によって変動する(Polanyi 1958; Daft 1986; Daft 1987; Winter 1987; Nonaka 1995; Zander 1995)。例えば暗黙知と言われる知識に関しては、行為者自身すら明確にわかっていない知識をコード化する作業が必要となる。

ポランニー(Polanyi 1958)によれば、人間が持つ多くのスキルと専門的知識は暗黙的なものである。

第二に、情報移転のコストは情報の受け手と送り手の属性によっても変化する(Allen 1977; Katz 1980; Katz 1982; Pavitt 1987; Cohen 1990; Jensen 1995; Szulanski 1996)。情報の受け手が、獲得する情報を利用することができるスキルや情報を持っているかは定かではない。

例えばギリシャ語の知識がない受け手にギリシャ語で書かれた本を渡しただけでは、情報の移転にはならない。ギリシャ語の翻訳、もしくはギリシャ語のスキルの取得のためのコストが必要となる。企業においても、外部の新しい情報をどれだけ利用できるかは、企業が持つ事前知識の量に依存している。

第三に、イノベーション関連の問題を解決するのに十分な情報を移転するコストは、その問題解決者が必要とする情報量に依存する。時として、イノベーションを達成するためには膨大な情報が必要となる時がある。

例えば、飛行機の新規導入に際しては、起こりうる状況を可能な限り予想しようとするが、そのためには飛行機の使用環境に関する様々な情報を開発実験室に移転する必要が生じる(Collins 1982; Rosenberg 1982; von Hippel 1995; Burke 1996)。

この「情報の粘着性」が、イノベーション関連の問題解決場所に影響を与える(von Hippel 1994)。まず、必要とされている情報が粘着性が高く、また1か所にだけ存在する場合、他の条件を一定とすれば、問題解決はその場所で行われる。さらに、粘着性が高い情報が2つ以上の場所にあり、それらが問題解決のために必要となる場合、粘着性の高い情報が存在する複数の場所をいったりきたりしながら問題解決が進行する。

イノベーションにはニーズに関する情報が必要となり、それはユーザーの活動場所で最初に発生する。また、イノベーションには技術的解決案に関する情報も必要となるが、このような技術情報はしばしばメーカーによって生み出され、最初はメーカーの活動場所にある。イノベーションが達成されるためには、これらのニーズ情報と技術情報を結合することが必要である。従って、これらの情報を、少なくともある一定の量、一方から他方へ移転することが必要となる。

このような情報の粘着性についての議論を踏まえると、下記の事柄が言える。

- イノベーションは技術情報・ニーズ情報といった2つ以上の種類の情報を結合することによって生まれる。
- それらの技術情報・ニーズ情報は物理的に異なる場所で生成・存在することがあり、しかもそれらの粘着性が高い場合がある。
- 粘着性の高い場所のプレーヤーがイノベーションを起こす。粘着性の高い場所が複数存在する場合には、それぞれの場所において、その場所を担当するプレーヤーが課題を解決してイノベーションを進行させる。

イノベーションの発生場所に関する粘着性に関する議論は、以下の意味で期待利益の議論を補完する。

- 期待利益仮説が複数のプレーヤーによるイノベーションを説明しないのに対し、粘着性の議論は共同でイノベーションを起こす枠組みを持つ。
- 期待利益仮説が「期待利益」の価値基準の同一性を保証できないのに対し、粘着性の議論は「イノベーションに関連する情報を移転するコスト」という観点で同一基準を適用できる。

第四項 問題解決のプロセス

ユーザーにおけるニーズ情報の粘着性が高く、また、メーカーにおける技術情報の粘着性も高い状況（表3における4番目の候補）について考える。

このような場合、イノベーションに結び付く問題解決は試行錯誤による学びのサイクルを通じて進んでいく。試行錯誤プロセスの各サイクルの中で、複数の場所に存在する粘着性の高い情報へのアクセスが必要となる場合、開発活動の進展にしたがって、その活動の場所を粘着性の高い情報が存在する場所に何度も移動する必要がある。

例えば、ニーズ情報は製品ユーザー側で粘着性が高く、技術的ソリューション情報はメーカー側で粘着性が高いと仮定する。ユーザーは、望ましい新製品やサービスを確定するために、自分の手近にあるユーザー・ニーズ情報に依存して開発プロジェクトを開始する可能性が高い（次ページ図11）。

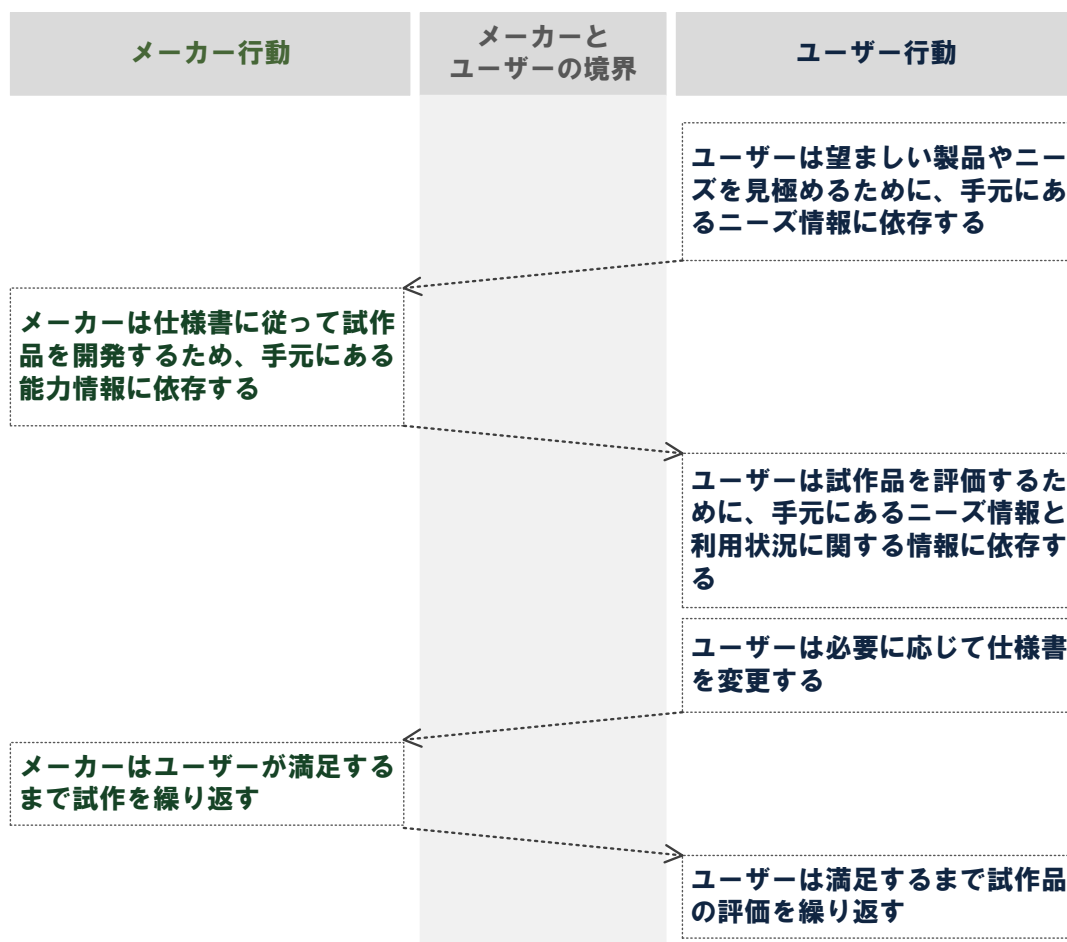


図 11 問題解決のプロセス

このユーザー・ニーズに関する情報は粘着性が高いため、最善の努力を図ったとしても正確ではない情報をメーカーに提供することになってしまう。すると、メーカーは自社のソリューション情報を、その部分的に正確なユーザー情報に適用し、ユーザー・ニーズに対応していると考えた試作品を提供し、それをテストしてもらうためにユーザーに送る。試作品が満足すべきものでなかった場合（それは頻繁に発生する）、製品は改良のためにメーカーに返送される。

いくつかの実証的研究が示しているように、問題解決者は、粘着性の高いニーズ情報のある場所と技術的ソリューション情報がある場所を何度も訪ね、満足のゆく製品設計に到達するまで努力を重ねることになる。

第四節 社会的ネットワークに関する研究

本節ではイノベーションに関連する、人的ネットワークの効果について説明する。

第一項 「弱い紐帯」の理論

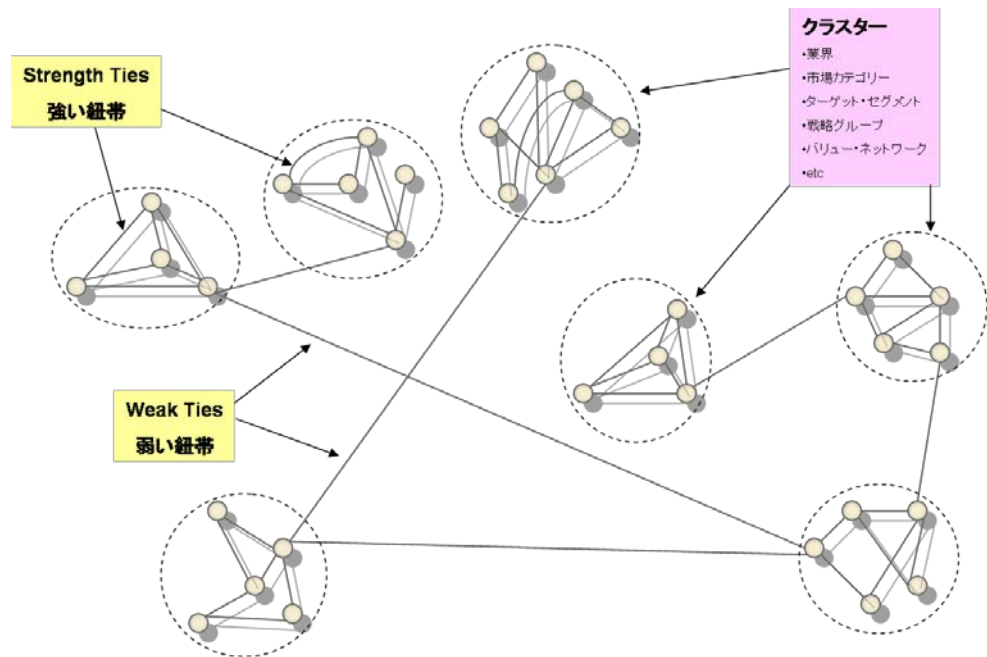


図 12 弱い紐帯

<http://innovativestrategy.wordpress.com/>

「弱い紐帯の強さ」はグラノヴェッター(Granovetter 1973)による概念であり、就職先の発見プロセスを観察することによって実験的に得られた知見である。その知見は次のようなものである。

282 人のホワイトカラー労働者を無作為に抽出し、現在の職を得た方法を調べたところ、よく知っている人より、どちらかといえば繋がり薄い人から聞いた情報を元にしていて、具体的には、調査対象者のうち16%の人が「しょっちゅう」会っている人の“つて”で仕事を得たのに対し、84%の人が「時たま」あるいは「ごくまれに」しか会わない人の“つて”で就職していた。

この事実から、身近な人の情報は自分の情報と重なっている部分が多く、有益な情報は「あまり身近でない知人」が多くもたらすという結論が導き出される。このような

「あまり知らない」間柄を「弱い紐帯」と呼ぶ。「弱い紐帯」で結ばれた関係は、「強い紐帯」で結ばれた緊密な関係よりも、有益な情報をもたらす。

この考え方は、社会的ネットワーク理論において非常に重要な発見となっただけでなく、企業のイノベーションや創造性研究の分野においても、「弱い絆」の集合がもたらす創造性は、同一組織内や似たような環境にいる近しい存在の集合による創造性よりも、優れた結果をもたらすという一連の研究へと発展した。

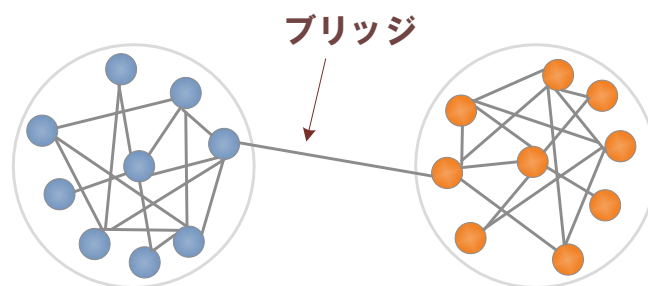


図 13 ブリッジ

これを踏まえ、高橋(高橋 2007)は「弱い紐帯」と「ブリッジ」の相違について論じている。「ブリッジ」とは、ネットワーク構造の中で、2点間を結ぶ唯一のパスとなっている線のことを言う(図 13)。グラノヴェッターの議論においては、ブリッジは1本のパスであるが、緊密な関係においては情報交換するノードが増え、1本ではいられないことから、「ブリッジ」であれば必ず「弱い紐帯」となるとされた。

しかしながら、高橋は、ブリッジであれば必ず弱い紐帯となるという議論には根拠が存在せず、ブリッジであれば弱い紐帯である可能性が高い、という傾向を指摘しているに過ぎないと述べる。同様に、安田(安田 2010)も紐帯の強弱と、その紐帯が構造的にブリッジであるかどうかは異なる次元の話であると述べる。安田によれば、グラノヴェッターの「弱い紐帯の強さ」において議論されたのは弱い紐帯の強さではなく、ブリッジの強さである。ブリッジは最短経路を構成するパスとして情報伝達に貢献し、異なる集団からの1次情報を伝達する重要な役割を果たす。一方、紐帯の弱さ(パスの細さ)はむしろ、情報の伝達を阻害する要因となる。また、紐帯が弱いことは、ブリッジそのものが消滅してしまう要因になる。実際、安田(安田 2004)によれば、弱い紐帯は高い確率で消滅していくことが示されている。

第二項 「構造的空隙」の理論

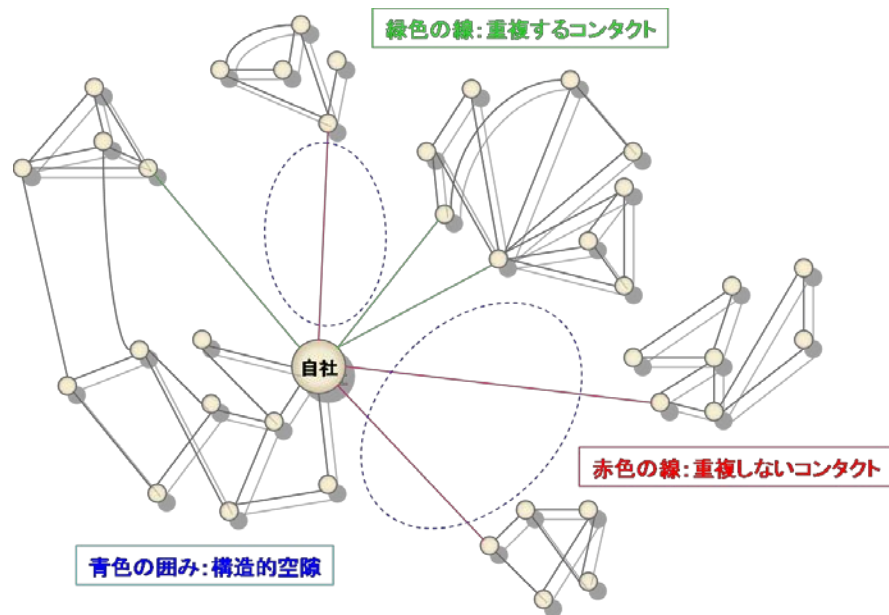


図 14 構造的空隙

<http://innovativestrategy.wordpress.com/>

グラノヴェッター(Granovetter 1973)を踏まえ、バート(Burt 1992)は得られる情報の量と質とネットワークの維持コストという観点から、企業が競争優位を確立するためのネットワーキングのあるべき方針として、構造的空隙を埋める絆の重要性を提示した。バートによれば、ネットワーキングによって有益な情報を効率的に得るためには「重複しないコンタクト」が重要となる。

同一のグループへ複数のリンクを張るのは、得られる情報が重複するため非効率である。それぞれのリンクを維持するコストは、リンク先が別々のクラスターのノードに分散していても同一クラスターへ重複していても同じであるから、リンク維持コストに対する得られる情報利益は、リンク先が同一クラスターへ重複するほど低下する。逆に、リンク先を分散させることで、同じコストで重複しない多様な情報を獲得することが出来る。つまり、バートは「ブリッジ」を増やすことによって有利になると述べた。構造的空隙をより多くもつことで、情報利益をより多く得ることができる。一方で、ブリッジを維持するコストは相応に高い(安田 2004)。ブリッジは時間の経過と共に高確率で消滅

することが示されている。これを防ぐため、紐帯を強めるための意図的な努力が必要となる。

異なるクラスターから得られる情報利益に加え、構造的空隙は情報を統制することによる統制利益を生み出す。自らを経由することによってのみ情報が流通できるということは、両端に存在するノードに対する情報の流通をある程度制御できることを意味する。これを他のノードとの交渉に活かしたり、情報の非対称性に結びつけたりすることによって情報の統制利益を得ることができる。自らの側には構造的空隙が多く、他社の側には構造的空隙が少ないプレーヤーは、構造的に自立しており有利である。

第三項 異業種交流（Cross-Pollination）の効果

フレミング(Fleming 2004)は、17、000 以上の特許を解析する事により、チームの多様性とイノベーションの品質の関係について論じた。

これによれば、チームの多様性とイノベーションの品質には負の相関がある。つまり、一般的に、チームの多様性が増すとイノベーションの品質は落ちる傾向にある。一方で、分散については逆の事が言える。つまり、チームの多様性が増すと、イノベーションの品質に関するばらつきが増す。

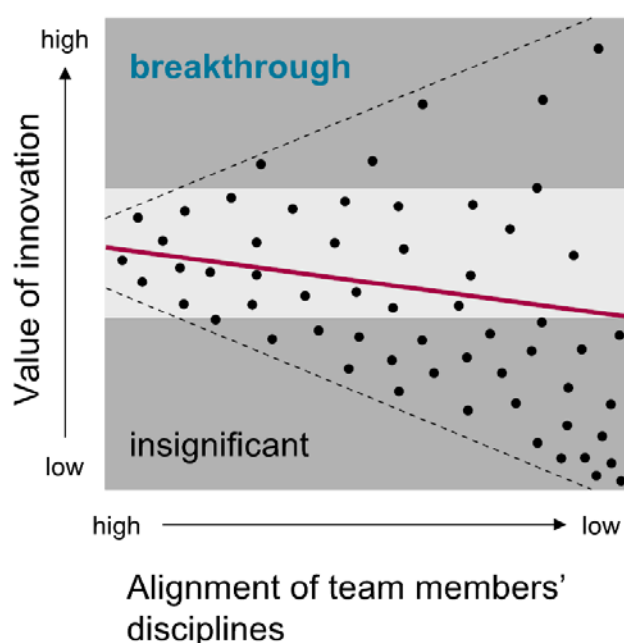


図 15 異業種交流の効果 (Fleming 2004)

この分散の増大による効果で、上図のように、「大きなブレークスルー」はチームの多様性が多い場合に生じる。例えば、物理学と経済学のコラボレーションは、数学的な最適化手法が似通っているために安定した成果を出す、ブレークスルーは少ない。

一方、経済学と心理学というような離れた分野のコラボレーションは、研究に用いられる手段が異なるために失敗する可能性が大きい、大きなブレークスルーを生じることもある。

大きなブレークスルーを生じさせるための条件として下記が挙げられる。

- 成熟した分野同士をコラボレーションさせる。例えば、半導体分野と機械分野を統合したナノテクノロジー業界は大きなブレークスルーを生み出している。一方で、原子力技術の他分野への応用においては、当初は失敗が多く見られた。
- 特定の分野に熟練した者同士をコラボレーションさせる。その熟練者は必ずしも「広い知識」を持っていなくとも良い。

彼らはなかなかコラボレーションしたがないが、一方で深い洞察力を持ち、分野同士を融合させた場合に起こりうるシナジーを予想できる。

多様性が高い程ブレークスルーの度合いが高いということは、ブリッジする分野同士の相関が低い程ブレークスルーの度合いということを意味する。また、成熟した分野・熟練した人材同士がコラボレーションする程良い結果が得られるということは、高い専門性を持つ分野同士のコラボレーションがイノベーションに結びつくことを示している。

第三章 検討内容と検討手法

第一節 本研究における検討課題と初期仮説

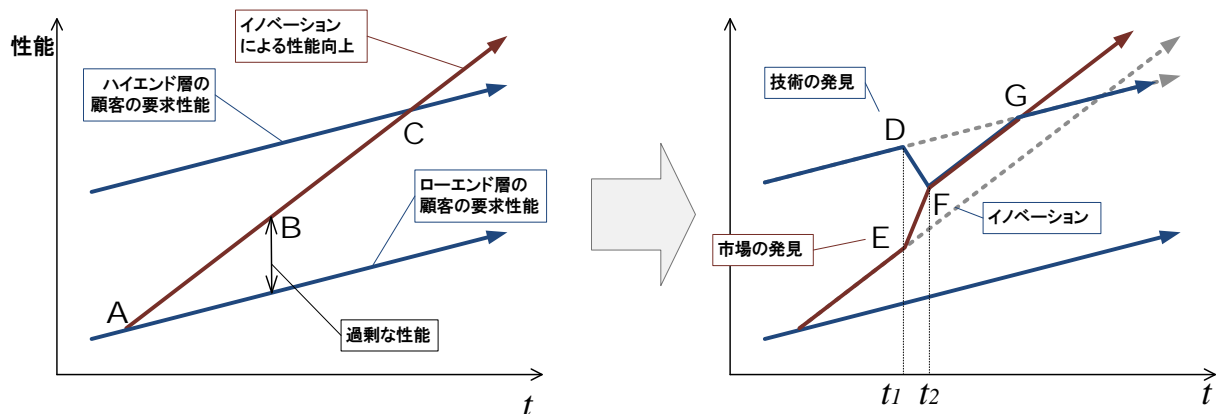


図 16 本研究の検討課題（ローエンド型）

本研究は、

- 破壊的技術が市場に参入するプロセスの解明

を課題とする。

上図 16 に、クリステンセン(Christensen 1997)における「ローエンド型破壊」の図を示す。点 C の付近において、破壊的技術が市場に参入している。

この C 点付近を詳しく説明するために、図 16 の右図のようなモデルを考える。これは、ルーターの事例についてインタビューした際に感じた違和感を基にしたものである。上位の市場を想定していなかった開発者は、ユーザーの存在を認識して市場の「存在」に気づき、製品のカスタマイズを行って参入していく。図 16 の点 C の部分をこの事例から見ると、そのような、市場の認識と技術のカスタマイズのプロセスが存在していると思われる。つまり、点 C 付近を拡大すると、単に 2 つの直線が交差するだけでは説明できない事象がある。これを説明するために右図のような仮説モデルを設定し、事例を通じた検討を行う。

右図の点 E の時点において、破壊的技術は上位市場の存在に気づく。一方、同時に、点 D において、市場のユーザーが破壊的技術の存在に気づく。これにより互いが連携することとなり、点 F においてイノベーションが達成される。市場の存在に気づいたことにより破壊的技術の開発は効率化され、市場の発見（点 E）から製品の完成（点 F）までの区間

においては性能の向上速度が加速する。これは、投入される経営資源の増加と、必要とされる機能が詳細に認識される事が要因となっている¹。一方、市場側の要求性能は点Dから点Fにかけて低下する²。これは、点Fにおいて破壊的技術が市場に投入される際には、従来の製品と比較してよりシンプルで低価格な製品が市場に投入されるという事実を反映している。

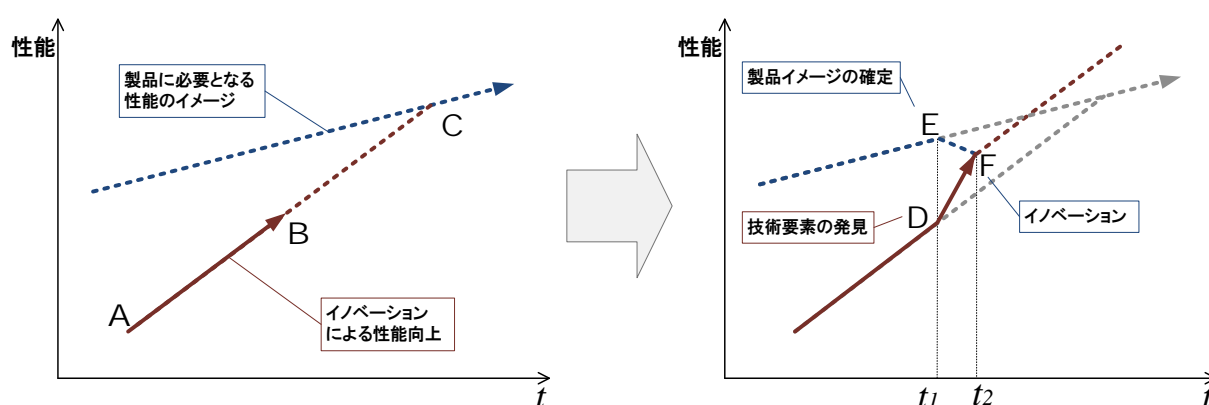


図 17 本研究の検討課題（新市場型）

新市場型破壊のイノベーションについても同様に言える。具体的には、上の図において、点A、点Bのように表わされていた新市場型の性能向上を、より詳細に説明するものが右図のようなモデルであると考えられる。

点Dにおいて、破壊的技術が必要とされる潜在市場において新しい市場を立ち上げようとしているユーザーが存在していることに気づく。一方、そのようなユーザーは、その点Eで破壊的技術の存在に気づく。互いが連携することとなり、点Fにおいてイノベーションが達成され、新市場に向けて製品が投入される。

第二節 検討手法

上記のイノベーションのプロセスを検討するため、4つの事例についての調査を行った。「ローエンド型破壊」と位置づけられる事例を2事例、「新市場型破壊」と位置づけられる事例を2事例、計4事例である。事例に関する情報としては、インタビューと雑誌記事等の公開情報を用いた。

¹ 技術性能の改善速度の向上プロセスの詳細については Appendix において述べる。

² 市場の要求性能の低下プロセスの詳細については 第五章 第二節と Appendix に述べる。

具体的には、下記の4事例について検討する。

■ ローエンド型破壊的イノベーションの事例：

・ ヤマハ株式会社のルーター

個人事業者向けの低価格ルーターが業務用の上位市場に参入した事例。

・ 株式会社アールエフの口腔内カメラ

鉄道模型用の超小型カメラが業務用口腔内カメラの市場に参入した事例。

特徴	ローエンド型破壊	ヤマハ (ルーター)	アールエフ (口腔内カメラ)
目標性能	ローエンドのユーザーが満足する程度の性能	SOHO向け超ローエンドルーター	鉄道模型用超小型カメラ
顧客・市場	ハイエンドにいる、過保護にされていたユーザー	コンビニエンスストア情報システム	歯科医院
ビジネスモデル	運営面・財務面での新しいアプローチ	低価格・シンプル・高信頼性・カスタマイズ性	低価格・ワイヤレスDM通販

表4 ローエンド型破壊的イノベーションの事例

■ 新市場型破壊的イノベーションの事例：

・ アップル社の「iPod」の事例

PCユーザー向けの携帯音楽プレーヤーの開発事例。

・ クリプトン・フューチャー・メディア株式会社の「初音ミク」の事例

サブカルチャー層向け、バーチャルキャラクターを想定した音楽ソフトウェアの開発事例。

特徴	新市場型破壊	Apple (初代iPod)	クリプトン (初音ミク)
目標性能	従来の基準では低いが、新しい属性では性能向上	PCユーザー向け音楽プレーヤー	歌うバーチャルキャラクター
顧客・市場	それまで無消費だったユーザー	携帯音楽プレーヤーを持たないPCユーザー	それまで作曲経験がなかったサブカルチャー層
ビジネスモデル	低価格・少生産量でも利益が出るようなビジネスモデル	シンプル・大容量・PCとの親和性	低価格・シンプルキャラクター性

表5 新市場型破壊的イノベーションの事例

以下、第四章において上記の4事例を詳述し、続いて、第五章において事例から得られる仮説モデルについての考察を行う。

第四章 事例研究

第一節 ヤマハ株式会社 (ルーター事業)

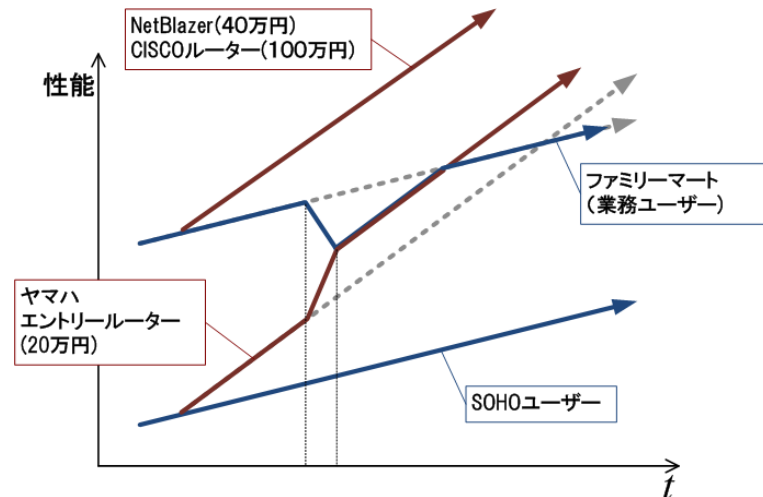


図 18 ヤマハのルーター事業

■ ヤマハのルーター事業

本節では、ローエンド型の破壊的技術の事例としてヤマハのルーター事業を取り上げる。

ヤマハは、当時最低50万円と言われていたルーター市場に20万円以下の価格で参入し、当時の調査において「ウルトラローエンド」と分類された小規模事業所向けの国内新規市場に地位を確立した。

その後、ルーター市場そのものも大きく変化した中、ヤマハは現在もローエンドのルーター市場において確固たる地位を確立している。

■ ルーターの発売

ヤマハは1994年3月にルーター「RT100i」の発売を開始することを発表した。市場価格を大幅に下回る26万円（実勢価格は19万8000円）での発売であった。

ルーター事業はヤマハにとっての新規分野であったが、その源流は電子キーボード「DX7」（1983年5月発売）に遡る。「DX7」に用いられた音源用DSPの技術を通信分野に活かさないか、という発想から1987年にファックスモデムLSIが開発され、米国において月20万個を売るヒットとなった。

こうして通信分野のLSIを手掛けるようになったヤマハは、引き続いて1989年にISDN用のチップを開発した。このISDN用LSIの開発がルーターの開発につながる。

ISDNのチップセットを用いる製品を検討するため、ヤマハの開発陣は、設立して間もないIIJを訪れた。

当時、WIDEではSunのシリアル回線用のルータソフトウェア「SunlinkIR」を使って、ISDNの64Kbpsでの利用を実験していた。PCを用いたダイヤルアップIP接続は、まだ始まっていない時期であった。Ethernetで接続し、擬似的にモデムのように見せるような製品を作るのはどうか、とヤマハの開発陣は質問した。

これは、一般的な方式であったRS-232Cを用いてコンピューターと接続しても38400bpsまでの通信速度しか出ないため、ISDNの速度である64Kbpsを使いきれないからである。

これに対し、IIJの吉村氏（以下敬称略）は「普通のルーター」を作成できないかと回答した。実験している環境にそのまま使える製品ということである。数ヵ月後、RT100iのプロトタイプが出来上がってきた。完成度の点では十分であった。0.1～0.3秒程度でISDN回線の接続が確立する。ISDNを使っていると言わなければ、64Kbpsの専用線で接続していると言っても分からないというものだった。IIJは数台のプロトタイプを借り、テストを重ね、ファームウェアのアップデートに協力した。「NAT」や、「IPマスカレード」の機能も初期から実現していたし、簡単なフィルタリングもでき、「ちゃんとしたルータ」として完成していた。

その後、ネットワーク機器ベンダーからOEM販売するという計画が出た。その情報をIIJ東海のオープニングイベント時に吉村が聞き、「なんでヤマハブランドで出さないのか」と、「なんであんなに熱くなったのかと思うくらい熱弁をふるった」。

ヤマハのブランドは楽器やバイクなど非常にイメージがよく、ネットワーク、コンピュータでは実績はないが、OEM候補になっているベンダーよりはるかに一般に対するイメージがよい。これからインターネットは一般のものになるのだから、マイナーなネットワークベンダーよりいいんだ！、というように話していたところ、そこに住友商事の吉井氏が居合わせ、住友商事はヤマハと取引もあるということで、住友商事が販売に協力するということを検討するということになった。

こうして1994年3月、「RT100i」は誕生した。



図 19 RT-100i (ヤマハ株式会社 Web サイトより)

「RT100i」はSOHO等の小規模な会社をターゲットにして20万円を下回る価格で販売された。実際、量販店・代理店の双方で購入する顧客は小規模事業者が殆どであった。

IIJの吉村は、メーリングリストを用いてRT100iのサポートを行うコミュニティを立ち上げた。メーリングリストにはヤマハ関係のエンジニアも非公式な形で参加し、不具合対応はこのメーリングリストを用いて迅速に行われた。

商用IP接続プロバイダが登場したのが1994年であり、メーリングリストを使用したサポート対応は当時としては珍しい方法であった。1994年10月には、初の商用Webブラウザ「Netscape」が公開された。「RT100i」は商用インターネットの幕明けの時期に登場したと言える。

ヤマハのルーター事業の営業のために新しく住商情報システムに加入した谷山氏は全国を営業で回った。

そこで判明した事は、I P ルーターとしての機能に加えて「I P X」機能に対する要求が極めて強いことであった。

当時はまだ、T C P / I P は主流ではなかった。殆どの中小企業の企業内ネットワークにおいてはN o v e l l 社の「N e t w a r e」が使用されていた。この「N e t w a r e」が使用する通信プロトコルが「I P X」である。

ファームウェアの更新により、「R T 1 0 0 i」は発売3ヵ月後に「I P X」に対応することになった。

「I P X」と「I P」を変換するブリッジ機能も提供された。当初は問題が多かったが、ユーザーからのフィードバックを受けて迅速に改善された。

■ ファミリーマートの情報システム

1994年、ファミリーマートはM A T (M u l t i - A c t i o n T e r m i n a l)を導入し、発注・検品機能を店舗端末に搭載した。また、同年9月、I S D N の全店舗導入を完了した。

ファミリーマートの情報システムは、株式会社C R C 総合研究所（現 伊藤忠テクノサイエンス）がベンダー企業となって開発をサポートしていた。

唐沢氏（以下敬称略）もC R C 総合研究所においてファミリーマートの情報システムを担当した1人である。唐沢は通信システム部の検討を担当し、ファミリーマートに常駐していた。

1990年前半の時期、ファミリーマート内のネットワークはN e t w a r e で構成されており、唐沢は社内ネットワークを外部ネットワークとブリッジする業務等を行った。社内のコンピュータはW i n d o w s へと移行しており、コンピュータが徐々にオフィスに浸透していく時期であった。ファミリーマートはかなり早い時期から業務に電子メールを使用し始め、社外の企業にもその使用を推薦した。

唐沢がI S D N ルーターを検討したのは、店舗においても複数のネットワーク端末が使用される状況が容易に想定できたからである。

ヤマハのISDNルーターの導入以前に使用していたのは、Telebit社の「NetBlazer」であった。しかし、「NetBlazer」は様々なプロトコルに対応する柔軟性を持っていたが、筐体が大きく、故障し易かった。

特にフロッピーディスクの障害が発生すると通信機能に障害が起きるのは問題であった。通信障害で業務が滞った場合、それは本部の責任になる。末端の店舗に導入するISDNルーターには、より高い信頼性が求められた。

また、「NetBlazer」は40万円以上と価格が高すぎた。そもそも、「RT100i」と比較すれば、当時のルーターは全てが高額であった。シスコ製品はセットで100万円以上、ルーセントの製品も同様である。「RT100i」以降、NTT-ME（BUG）、NEC、古川電工等から次々にISDNルーターが発売され、低価格なルーターの市場が立ち上がった。

■ 支店間接続のためのルーター改善

ISDNルーターについて問題意識を持っていた唐沢は、「RT100i」の発売を知り2台購入し、対向で実験を行った。その結果、コマンド入力に対するレスポンスが早い事、設定が簡単である事、筐体が小さく頑丈であることを実感し、店舗導入の候補として考えられることが判明した。

ファミリーマートの社内はNetwareで構成されていたため、「RT100i」がIPXに対応していることも重要なポイントとなった。

更なる情報を得るため、唐沢は、住商情報システムの谷山にコンタクトし、下記の要求条件について質問した。

- WAN側のポート数を増やす事ができないか

WAN1ポートでは、支店間の接続において支店側のポート数が足りなくなる。支店用としてWAN側のポート数が多いモデルが必要であった。

- 耐久性があるか

店舗において使用される機器には、「踏んでも壊れない」耐久性が欲しいと唐沢は考えていた。実際、店舗における機器の取り扱いは大変雑で、蹴ったり落としたりすることは十分考えられた。

WANポート数を増やして欲しいという要求を受け、1996年、ヤマハは8ポートまで増設可能な「RT200i」を発売した。このルーターを用いて支店間の接続試験が行われた。ISDNの回線をまとめて使用する機能も搭載され、通信需要に応じて回線設定が可能となった。

また、耐久性に関しては、「RT102i」モデル以降は電源のアダプタが外付けになった。これにより、電源周りの信頼性が更に向上した。

これ以前から、ヤマハのルーターは信頼性が高かった。コンサート用機器に要求される水準で管理されていたからである。特に電源の技術は極めて高く雷が落ちても動作していた事もあった。「何か調子がおかしい」と相談されてスーパーマーケットまで見に行ってみたら、ルーターの上部に水滴が落ちてきており、それでも動いていた事に驚くという事例もあった。落下試験に関しては30cmまで検査されていたが、唐沢が試みにヤマハのルーターを60cmから落としても問題なく動作し続けた。

■ 店舗システムのためのルーター改善

ファミリーマート店舗への導入のため、続いて唐沢は次のような要望を出した。

- 無料コールバックとTFTPを用いてソフトウェアの自動設定ができるシステムを作りたい。

店舗に設置されたルーターの設定をアルバイトの店員が行うのは現実的ではないので、ネットワークを介したソフトウェアのアップデートが望ましいが、ヤマハのルーターは当初から「ISDNのプロトコルを利用した無料コールバック」と「TFTPプロトコルを用いたテーブル更新」を提供していた。

これを利用して、ISDNの線を繋げて電源を投入すれば設定完了というシステムを作りたいという要望であった。

上記の要望を受け、ヤマハと住商情報システムは、ネットワーク上のサーバーとISDNルーターから構成されるシステムとそのためのソフトウェアを開発した。これにより、各店舗におけるルーターの設定が簡便化され、稼動状況の監視を無料で行うことが可能となった。

■ 店舗導入

上記のような改善を経て、1998年11月、ヤマハのルーターは全国5400店舗のファミリーマートに導入された。

個人事業者をメインとしていた当時のヤマハにとっては異例の事であり、担当していた部長が本当にそんなに買っていただけるのですか、とファミリーマートまで訪れる案件であった。

以後、ヤマハのルーターは様々なビジネス用途の案件に採用されることになり、一般・個人向けのルーターがコモディティ化していく中、小規模ビジネスユースのカテゴリにおいて堅調なリプレイス需要を維持している。

第二節 株式会社アールエフ (口腔内カメラ事業)

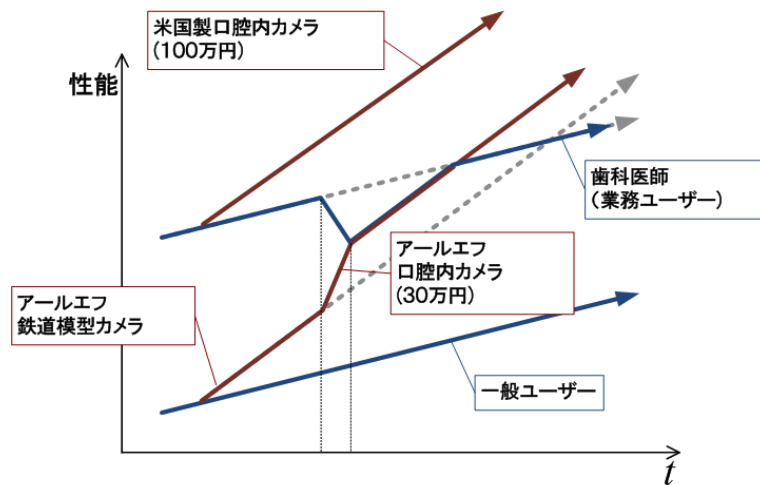


図 20 アールエフの口腔内カメラ事業

■ アールエフの口腔内カメラ事業

本節では、ローエンド型の破壊的技術の事例として株式会社アールエフの口腔内カメラ事業を取り上げる。

アールエフは、当時1万ドル以上の価格であった米国の口腔内カメラ市場に22万円強の価格で参入し、全米の85%のシェアを獲得した。

その後、販売チャネル等の困難に遭遇しながらも日本の市場にも参入を果たし、現在では歯科医院の25%に導入されている。

■ CCDカメラの開発

株式会社アールエフは1993年に社長の丸山氏（以下敬称略）が夫婦2人で設立した。最初に開発した商品は35mmフィルムケースサイズのワイヤレスCCDカメラ「CD-5C」である。シャープの41万画素のCCDに無線機能を搭載した。これを6万8000円で売り出すと、秋葉原の店から数百万円単位での注文が来た。同様のカメラを買うと10数万円かかる時期であった。カシオ計算機の「QV-10」が6万8000円で発売されるのは1年後の1994年である。

次に丸山が開発したのは、GHz帯での無線通信機能を搭載した「GHz Linkシリーズ」であった。これは放送用の機器として開発され、従来の数百万円するカメラを

購入する余裕のないケーブルテレビ会社に相談されて開発した。これは従来の1/10の価格の13万円で販売し、十分に元がとれた。この製品は屋外コンサート等にも使用され、最終的にはアトランタオリンピックにおいて特注品「AMR I I」が使用された。

こうしてアールエフのCCDカメラが徐々に使用されるようになっていく中、アールエフのCCDカメラを自分で改造して鉄道模型に搭載したというユーザーの話が新聞記事になった。

丸山は、それならば価格を安くして本格的に売り出したら喜ばれるのではないかと考え、鉄道模型用のカメラ「トレインスコープ」を開発して販売した。

「トレインスコープ」は1995年にレール幅16.5mm用、1998年には9mm用、2003年には6.5mm用と順次開発され、超小型サイズまでラインナップが取り揃えられている。



図 21 トレインスコープ (株式会社アールエフ Web サイトより)

■ 米国医師の訪問

1996年、長野の本社に訪問客があった。米国で長く歯科医を開業していると自己紹介したマイケル吉田氏であった。吉田氏は、親族の法事で日本に帰国し実家の千葉に寄ったことがきっかけとなり、長野まで来ていた。

彼は、日本の友人が「トレインスコープ」を使用しているのを見て、これを「口腔内カメラ」に応用できないかと思いつき、そのアイデアをアールエフに相談するために訪問したのである。

画像を見せながら治療することにより患者の納得が得られるというインフォームドコンセントの観点から、米国において口腔内カメラは既に広く普及していた。

しかし、そのカメラの装置一式の値段が大変に高く、1万ドル、ものによると2万ドルかかる。それは、口腔内を明るく照らすために自動車用の大きなハロゲンランプを使用し、その光を光ファイバーを用いて先端部までもっていつているからであった。

このような構成になっているため、歯科医は光ファイバーを通した長いケーブルを引き回す必要があった。また、装置の移動が難しいため、1つの個室に1つの装置が必要となっていた。

丸山はそれまで口腔内カメラの存在すら知らなかった。しかし、マイケル吉田氏の熱い語り口と、「1万ドル、ものによると2万ドルかかる」という非常に高い値付けに対する「それはないだろう」という思いから、「わかりました。やってみましょう。試作品が出来次第、吉田さんに送ります。使ってみて、歯科医としての評価をしてください」と依頼を受けた。

■ 口腔内カメラの開発

こうして口腔内カメラの開発が始まった。形状そのものは吉田医師が使用しているものを絵で説明した。設計図ではないが、全く同じものを作る必要はないので十分であった。

これを踏まえ実際に試作してみると、様々な問題があることが判明した。カメラのレンズの前にLED照明を取り付けたが、光源があまりにCCDの近くにあり、反射の除去が難しかった。

加えて、口腔内の湿度でレンズが曇ってしまうという問題もあった。試行錯誤の末、これらの問題は「ピンホール」の原理を採用することによって解決できることがわかった。

次に、歯ブラシ形状の中にLED、レンズ、CCD、回路基板を出来るだけ小さく縦型に並べる必要があった。またレンズとCCDの間には結像のための空間がどうしても必要となり、3次元的な検討が必要であった。

丸山と社員の柳澤はサイズの異なる箸を複数用意し、ぎりぎり製作が可能なサイズを検討した。最初のモデルは12mm角であった。

ライトとCCDの間の光の漏れも再度徹底的にチェックされた。その結果、レンズの球の前面に光源のLEDを装着しても全く問題ない仕組みを作りなおした。

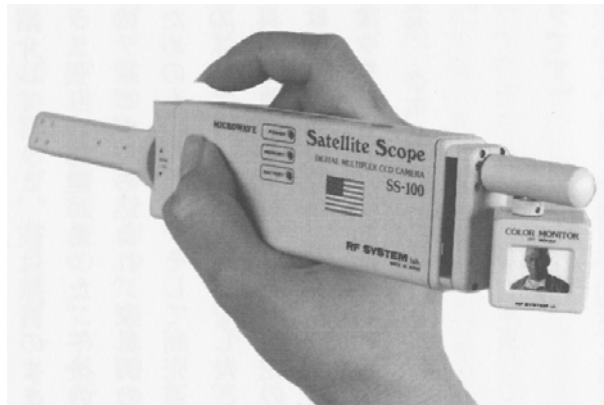


図 22 サテライトスコープ SS-100 (『アールエフの知』より)

1997年9月、歯科医のマイケル吉田氏の訪問から約1年後、口腔内カメラの一号機「SS-100」が完成した。

吉田氏からは、「最高だ、全く問題ない。これは売れると思う」との感想が届いた。アールエフは、ダイレクトメールと通信販売を用いてこの口腔内カメラの販売を米国で開始した。全くのゼロからの立ち上げであったが、最終的には全米の85%のシェアを獲得するまでに至った。

その後、口腔内カメラは更なる小型化を遂げ、米国のみならず日本においても、直接販売によって歯科医院の25%に導入されている。

第三節 Apple Inc. (iPod事業)

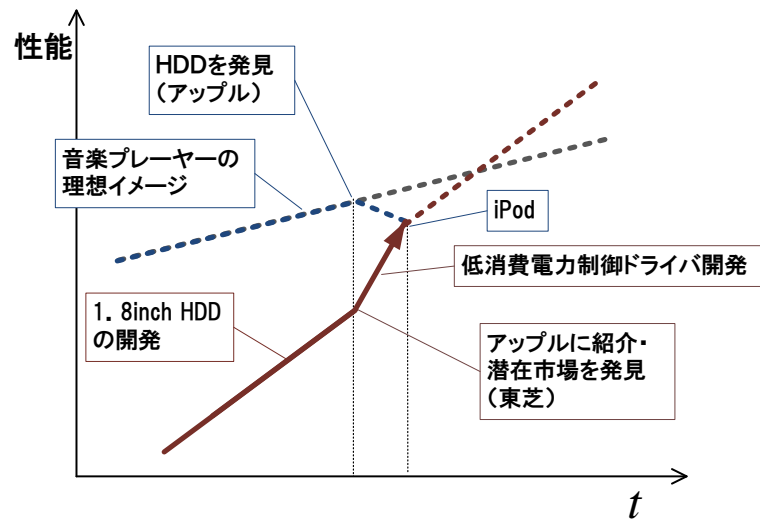


図 23 Apple Inc.の iPod 開発

■ 初代iPod

本節では、初代 i P o d の開発におけるHDDの採用と、発売までのプロセスについて述べる。初代 i P o d は、MDユーザーではなく、P Cユーザーを新規に獲得した。P Cユーザーは、音質には然程こだわらず、曲数と一曲当たりの価格を重視した。初代 i P o d においては、記憶装置として東芝製の1.8 i n c h 型HDDが用いられた。

■ 東芝のHDD開発

東芝がHDDの研究開発を開始したのは1967年である。14型のHDDの製造開始に始まり、1983年には8型、1984年には5.25型、1987年には3.5型の量産を開始し、1990年に2.5型の市場に参入して以降は、2.5型HDDに特化した。更に2000年には、業界初の1.8型P Cカードタイプの量産を開始した。この1.8型が i P o d に用いられることになる。

2005年にはやはり業界初となる0.85型の量産を開始、常にHDDの小型化をリードしている。

記憶容量に関連する技術においては、1990年に業界初のガラス基板メディアを採用し、1998年にGMR(巨大磁気抵抗効果)ヘッドを用いた2.5型HDDの量産を開始した。

2005年からは垂直磁気記録を用いた1.8型を製品化している。

2000年に投入された1.8型は、当初はノートパソコンのPCMCIAメモリーカードとして開発が開始された。

3.5型から2.5型、1.8型へと進むに従い、体積は小さく、重さは軽く、消費電力は小さく、耐衝撃性も改善された。

一方、2000年時点での容量は2Gバイトと、ターゲットとしているPC用途には若干容量が不足していた。

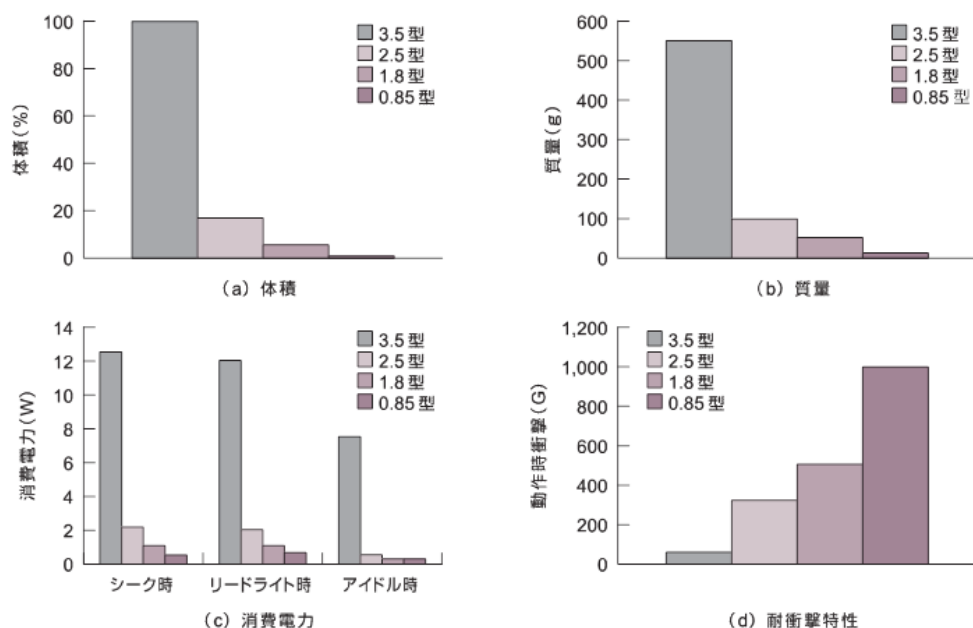


図 24 東芝の HDD 性能(北川 2005)

■ 1.8型HDDの「発見」

iPodの開発者であり、「Pod-Father」と呼ばれるジョン・ルビンスタインがスティーブ・ジョブズと最初に出会ったのは、HP社を辞めてベンチャー企業において画像処理向けのスーパーコンピュータを開発していた頃であった。当時、スティーブ・ジョブズはアップルを追われた後Next社を設立し、ルビンスタインのような技術者を必要としていた。しかしこの時、ルビンスタインはジョブズの誘いを断り、自らファイアー・パワー・システムというベンチャーを興し、IBMの半導体を用いたパソコンを開発した。次にルビンスタインが誘いを受けたのは、ジョブズがアップルに復帰する時であった。この時ルビンスタインは自分の会社を売却し、次に何をするか考え

ていた時期であったので、これに応じてアップルに入社し、iMacやG3といった新しいシリーズを次々と開発してアップルの復活に大いに貢献した。

2000年末、HPが発売したCD-Rドライブ付PCに衝撃を受けた。アップルも早急にCD作成機能をもったPCを発売する必要があった。

アップルは、SoundJamと呼ばれるMP3プレーヤーのソフトウェアの権利を取得し、その開発者（以前アップルで働いたこともあった）ジェフ・ロビンに修正を依頼しiTunesを開発した。

初期のiTunesはPCへの音楽の蓄積とCDの作成が主な機能であった。しかし、市場に出回っているいくつかの音楽プレーヤーをサポートする必要があり、アップルのエンジニアはそれらを評価した。「それはひどいものだった」とルビンスタインは回顧する。「フラッシュメモリ搭載の小さいプレーヤーは6曲くらいしか記憶できない。ハードディスク搭載のプレーヤーは、CDプレーヤーの2倍くらい大きいし、センスが悪いし、音楽を転送するのに1日かかった。それはひどい経験だった。」

「我々は自分で音楽プレーヤーを開発できないか考えた。既存のプレーヤーより良いものを開発したかったが、本当に忙しかった。」

ルビンスタインは小さなチームを結成し、音楽プレーヤーについて検討した。様々な技術进行评估し、アイデアを練ったが、素晴らしい案は出なかった。

「私はスティーブに、まだ時期ではない、と言った。彼も珍しくそのまま納得した。」

4ヵ月後の2月、ルビンスタインはマックワールドのために来日していた。その際、恒例のメーカー訪問として東芝を訪れた際、経営陣は彼に開発されたばかりのHDDドライブを見せた。

その1.8インチのHDDドライブの使い先を東芝は考えていたが、小さいノートPCに搭載するくらいしか思いついていなかった。しかし、5GBという容量は、PCには十分でなかった。

一方、音楽プレーヤーにとっては5GBは1000曲搭載できる容量で全く問題なく、大きさも2.5インチドライブの半分程度と小さく、消費電力も1W小さかった。スリープモード時の電力も半分であった。

ルビンスタインはすぐに、欠けていたパズルのピースを見つけたと悟り、このHDDを全て買い取るから、他社には話さないように依頼した。

良いタイミングであった。訪問がもう少し、あと数ヶ月早かったらHDDが紹介される事はなかった。後数ヶ月遅かったら、他社に紹介されていたかもしれない。ルビンスタインという畑違いのコンピューター技術者が音楽プレーヤーを検討していなかったら、このHDDを発見することもなかった。

スティーブ・ジョブズもマックワールドのために来日していたので、ルビンスタインはこのニュースを伝えるためにカリフォルニアに帰る必要はなかった。ルビンスタインはホテルの部屋で彼に会い、短い言葉でプロジェクトの始める報告をした。"Hey、 I know how to do this now." 答えは "Great、 I'll write you a check." であった。

■ HDD用ソフトウェアの開発

i P o dプロジェクトが正式に発足したのは2001年3月である。その年のクリスマスシーズンに間に合わせたいというスティーブ・ジョブズの強い要望があり、10月には量産に入る事が必要であった。アップル内の大容量ストレージチームは、東芝と蜜に協力し、ルビンスタインが見たときにはプロトタイプに過ぎなかった1.8インチHDDを量産に移す努力をした。彼らはHDDのデザインを修正し、テストし、HDDにアクセスするためのプログラムを作成した。

さまざまな民生機器の独自の分解調査を手掛けるコンサルティング企業であるP o r t e l l i g e n t社は、i P o dが消費する電力を調べている。その結果判明したのが、HDD の消費電力が他の部品と比べて段違いに大きいことだった。電力を食うHDDをなるべく動作させず、楽曲の再生中に音飛びを防ぐには、キャッシュのアルゴリズムにそれなりの工夫が必要だ。

アルゴリズムのポイントは、次にどの曲が再生されるかを先々まで予測し、HDDを起動したときに一気にDRAM（半導体メモリ）に転送してしまいHDDを止めることである。「そのためには、ランダム・モードで曲を再生するときでも、次にどの曲が来るのかを把握しなければならない。恐らく一番の問題は、ユーザーの気まぐれな行動だ

ろう。ユーザーが、この曲は嫌い、この曲はダメと、次々に曲を選んだりすると、HDDを何度も起動して大幅に電力を消費しかねない」。

iPodは、事前に登録した「プレイリスト」か、特定のアルバムやアーティストに対応する楽曲群を再生する。ランダムに曲を再生する場合も、その範疇内で曲をシャッフルする。他のリストやアルバムの曲を聴くにはユーザーはメニューの階層を遡りリストやアルバムを選び直す必要がある。

この仕組みの中では、ユーザーが聞きたい複数の曲をまとめてキャッシュする仕組みは、うまく働くと見られる。iPodが使用するLSIを開発したPortalPlayer社のサイトによれば、同社にはHDDの動作時間を音楽の再生時間の2%以下にする技術があるということである。

■ iPod発売



図 25 初代 iPod (アップル社 Web サイトより)

2001年10月、アップル社は携帯音楽プレーヤー「iPod」を発売した。iPodは、5GBの1.8inch型HDDを搭載し、399ドルで発売された。その後、2002年8月には299ドルに値下げされるとともに、Windows向けが追加された。

当初、iPodは値段が高いことから専門家に酷評されたが、結果的にはユーザーに受け入れられ、最終的には大ヒット商品となった。

ルビンスタインは、初めて1.8インチドライブを見た時から、最終的にこの製品が大ヒットするだろうという事を疑っていなかった。その彼でも、実際の製品を手にしたときのすばらしい直感的感覚は予想外のものであった。

「みながこれを1台欲しいと思った。」ルビンスタインは言った。「それはいつでもキーポイントだ。そして実際に使った人は、iPodを好きになった。」

第四節 クリプトン・フューチャー・メディア株式会社（初音ミク）

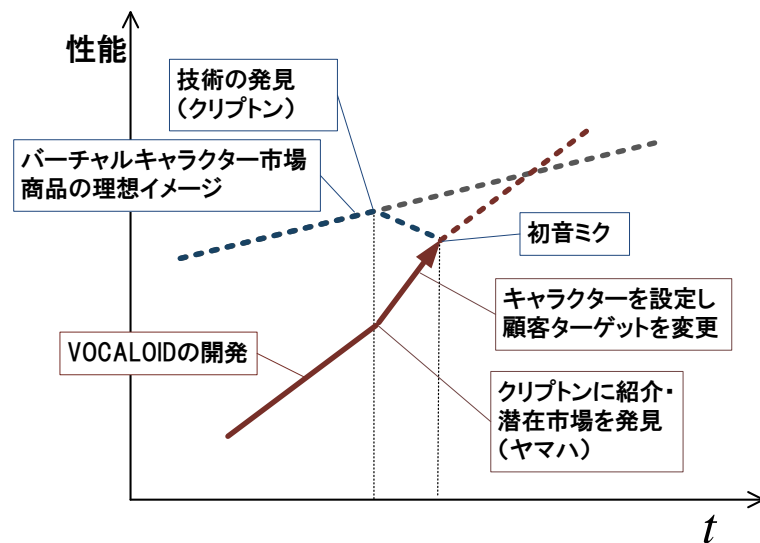


図 26 クリプトン社の初音ミクの開発

■ 初音ミク

本節では、新市場型の破壊的技術の事例としてヤマハのVOCALOID事業を取り上げる。ヤマハは2003年に歌声合成技術「VOCALOID」、2007年に「VOCALOID 2」を開発し、中でもクリプトン・フューチャー・メディアと共に開発したパッケージソフト「初音ミク」は音声合成DTM（デスクトップミュージック）としてだけでなく、バーチャルキャラクターとしても大きな支持を得た。



図 27 初音ミク (クリプトン・フューチャー・メディア株式会社 Web サイトより)

「初音ミク」は発売直後より作成された楽曲やキャラクターイメージを用いた動画がニコニコ動画をはじめとする動画投稿サイトに次々と投稿されたことで人気に火がつき、DTMソフトウェアとしては異例のヒット商品となった。DTMソフトウェアのジャン

ルでは年間1000本売れば大ヒットとされるが発売後2週間だけで3500～4000本の売れ行きを見せた。

その後、発売から約1年後の2008年9月までに累計で約42000本という異例の売り上げを記録した。

この売り上げには、実際の音楽製作に使用しないキャラクターのファンとしての購入者によるものも多くを占める。「初音ミク」は、従来のDTMには興味を持っていない「無消費層」を獲得し、新市場を立ち上げたと言える。

■ VOCALOIDの開発

VOCALOIDを開発したのは、ヤマハの剣持である。

コンピュータに歌わせる、そう志した剣持が、開発に着手したのは2000年3月である。当時既に、サンプリングされた歌声でメロディを奏でられる機器や技術はあったが、「歌詞を載せて歌う」にはほど遠い代物だった。

リアルな歌声を実現するには「従来の技術の延長線上では無理」と判断した剣持は、歌声合成の技術をイチから開発し直すことを決意する。こうする方が唯一残った未踏峰である「人間の歌声」を征服する近道だと考えた。

VOCALOIDは、データベースに収めてある音の単位、「音声素片（音素）」を組み合わせることで歌声を合成する。母音から子音に変化するもの、子音から母音に変化するものなどの音素を組み合わせることで歌声を表現する。ただし、リアルな人間の歌声を実現するには単に音素をつなげるだけでは足りない。ロボットのような不自然な歌声にしか聞こえないのだ。

これを解決するため、剣持らは再生するタイミングや音素間の音色の違いを調整するなどして解決を図った。

そもそも人間の声には複数の周波数成分が含まれている。この周波数成分のピークをつなげた包絡線が「音色」となる。

音色は音素によって異なるため、単に音素を連結するだけではつなぎ目の部分が不連続となる。これが、歌声が不自然になる一因である。

そこで、このつなぎ目部分で音声の滑らかに変化するようにした。

実現に向けた課題は技術面だけではなかった。音素の収録も一筋縄ではいかなかった。人間の歌声から音素を抽出するために、音素を取り出しやすい特殊なフレーズで歌ってもらう必要があった。このフレーズには取り立てて意味はなく、まるで「呪文」を唱えているかのようになる。歌声を合成するのに必要な音素を収集するまで、この呪文の収録は続く。必要な音素の数は言語の種類によって異なり、例えば英語で2500個、収録時間は英語で約3時間に及ぶ。退屈極まりない。「中にはギャラは要らないと収録中に怒り出し、帰ってしまう歌手もいた」。

こうした苦勞に耐え、2年間かけて課題を克服し、2002年、ようやくプロトタイプの開発にこぎ着けた。



図 28 VOCALOID (ヤマハ株式会社 Web サイトより)

■ クリプトン・フューチャー・メディアとの出会い

クリプトン・フューチャー・メディアの伊藤は趣味の音楽活動をきっかけにクリプトン社を1995年に立ち上げた。

映画の制作会社に向けてさまざまな種類の音源データを販売するビジネスが米国にあるのを知り、これを日本でも展開しようと考えた。サンプリングして作られた音源データを、コンピュータ上で加工し、さまざまな効果音を作る。その中でも特に、本物の楽器のサンプリング音をコンピュータ上で組み合わせて、まるで実際の演奏のように仕上げる技術の将来性に魅了された。

「この技術は今後伸びるに違いない」。そこで伊藤はクリプトン社で、楽器の音や人間の歌声などの音源をCDに収めた「サンプリングCD」の販売を始めた。ユーザーはプロのミュージシャン、音楽やビデオの制作会社などである。

伊藤の読み通りこの技術はどんどん進化し、2000年ころにはピアノの鍵盤をたたく微妙な「タッチ」を再現できるほどになっていた。利用できる楽器の種類も増え、ピアノから民族楽器の音まで、利用できない音源はないという段階まで進歩した。

それにもかかわらず、進歩に唯一取り残された「音」があった。「人間の歌声」である。人間の歌声を収めたサンプリングCDはあった。しかし、収めていた音は叫び声やコーラスなど楽器の代わりの音源として使ってメロディーを奏でられても、歌詞を載せて人間が歌っているかのような声は再現できなかった。

そんなクリプトン・フューチャー・メディアの伊藤とヤマハを結び付けたのは、携帯電話機で音楽や効果音などを再生する「着メロ」である。

顧客が限られるサンプリングCDのニッチな市場に飽き足らなくなっていた伊藤は、2001年ごろから着メロの配信事業を始めていた。2002年にはヤマハと共同で着メロ販売サイトを開設するなど、この事業は順調だった。この関係でヤマハの着メロの事業部門などと近しく付き合うようになっていた。

2002年のある日、伊藤は付き合いのあるヤマハの社員から同社がリアルな歌声合成の技術を開発中だと耳にする。

強い興味を示した伊藤の要望に応える形で、札幌にあるクリプトン社へプロトタイプを持参して技術デモに出向いたのが剣持秀紀だった。

このとき剣持は「単なる合成音と片付けられるかと心配だった」という。開発着手から2年、技術の骨格はできていたが、しよせんはプロトタイプ。完成度は低かった。伊藤も「まだ製品化できるレベルではなかった」と認める。それでも技術の素性の良さは明らかだった。デモ後に剣持に告げた「完成を心待ちにしていますよ」という言葉は伊藤の本心だった。

■「MEICO」の開発

クリプトン社はVOCALOIDを使った歌声合成ソフトの開発を具体化し始めた。MEIKOや初音ミクの特徴の一つである「パッケージの女の子のイラスト」のアイデアはこの過程で生まれた。

伊藤はこのソフトウェアが生み出す歌声のリアルさに自信を持っていた。「このクオリティーなら一般のユーザーも興味を持ってくれる。ならば『歌っている人格』をアピールした方がいい」。

伊藤の鶴の一声で、既に候補となっていた「マイクロフォン」のパッケージ・イラストは破棄され、ソフトウェアの名前として決まっていた「**MEIKO**」のイメージで、女の子のイラストを載せることにした。イラストは絵の得意な社員に描かせた。

売れ行きを心配する周囲をよそに、2004年11月の発売前から「それなりに売れるだろう」という自信が伊藤にはあった。予測は的中し、大方の予想を裏切る累計4000本程度を売り上げた。

■「初音ミク」の開発

「**MEIKO**」は、その後2年以上も売れ続ける息の長い製品となっていた。そこでクリプトン社は、当時ヤマハが開発中だった **VOCALOID** の次期版「**VOCALOID2**」を使った後継製品を計画していた。

開発中の **VOCALOID2** は「歌に含まれる息の音成分を再現するなど、より人の歌声に近づける」ために大幅な改良を加えていた。

VOCALOID2 のデモを聞きその進歩を確認した伊藤は「この完成度ならコアな **DTM** ユーザーだけでなく、その周辺にいる“アキバ系のユーザー”を狙うべきだ」と考えた。

サンプリングした楽器の音をコンピュータ上で組み合わせ、あたかも人間の演奏のように仕上げる。

「仮想楽器」技術は当時ですら、**DTM** のコア・ユーザーであるミュージシャン、「とりわけプロの間で評価が低かった。歌声合成はなおさら。**MEIKO** の歌なんて歌じゃないとも言われたことがあった」。

完成度が飛躍的に高まったとはいえ、歌声合成技術はまだ発展途上、プロの要求には堪えられないかもしれない。だが、その周辺にいるいわゆるハイ・アマチュアやパソコン自体を趣味の一部とするアキバ系のユーザーなら十分に満足してくれるレベルまで来たと伊藤は判断した。

「MEIKO」では絵のうまい社員がパッケージ・イラストを描いたが、今回は本職のイラストレーターに頼むことにした。だが、つてなどはない。1月に入ったばかりの女性社員と共にWebをさまよい、イメージに合うイラストが描けそうなイラストレーターを探した。こうして見つけたのが、同人誌などで活躍していたイラストレーターのKEIである。声の提供者である藤田咲のイメージや16歳といった設定などを伝え、描いてもらったラフ画から「機械っぽい」イラストを選んだ。衣装や色などの詳細を決め、現在の初音ミクのイラストが出来上がった。

声の収録やキャラクター設定が決まりつつあった2007年5月ごろ、新製品に必要な開発ツールがようやく出揃った。ここから新製品の発売予定である同年7月末に向け、開発チームは本格的な開発に取り掛かった。具体的には、VOCLOID2で使う「音素ライブラリ」などを作り込む作業である。

この際にチームを助けたのが開発ツールの進歩だった。「MEIKOのときには3か月かかっていた作業が1か月くらいに短縮できるようなイメージ」であった。音素を抽出する作業も「MEIKOのときに手作業だったものが、ある程度自動的に抽出できるようになった」。

開発は予定より遅れ、7月上旬の発売予定が厳しくなっていた。会社に残泊まりすることもたびたびあった。伊藤は「妥協をすれば7月発売も可能」と考えていたが、よいものを作りたいという開発者たちのこだわりで最終的に折れ、発売日を1か月半引き延ばす。こうして2007年8月31日、満を持して初音ミクが発売された。

■「初音ミク」の発売

「初音ミク」は、DTM業界の常識では考えられないヒット作になった。「2007年内に1000本」という当初の目標は、発売2週間で達成した。開発担当者は「あっという間に1万本売れた。しばらくは何が起きているのか分からなかった」という。

ヒットの原動力となったのは、ニコニコ動画（ニワンゴが運営する動画共有サイト）である。「初音ミク」のニコニコ動画へのアクセス数の増加に従って、ユーザーが自ら「歌ってみた」「演奏してみた」といった作品や、編集などに工夫を凝らした作品の投稿が増えていた。

初音ミク発売前に既に、クリプトン社が公開した初音ミクのデモソングを利用した作品がニコニコ動画に投稿されていた。さらに、発売からわずか4日後の9月4日には、デフォルメされた「初音ミク」がネギを振る動画と組み合わせた「VOCALOID2 初音ミクに『Ievan Polkka』を歌わせてみた」が投稿される。

この動画のヒットで、ニコニコ動画における初音ミク人気は不動のものとなった。みずほ情報総研の調べによると、初音ミク関連の投稿数は2007年9月中旬には1日100件を超えた。以降「祭り」は続き、1日当たり40～100本の動画が投稿される勢いが2008年1月末まで衰えなかった。

初音ミクの人気が高まるに従って、ニコニコ動画に投稿される作品の幅は想像を大きく超えて広がっていった。初音ミクは単にパソコン用DTMソフトのヒットという枠内に収まらず、いわゆるCGM（consumer generated media）を活性化する役割を担い始めていた。

初音ミク本来の用途である音楽はもちろん、キャラクターを使ったイラストや3次元グラフィックス、動画や粘土を使ったフィギュア、初音ミクを模した簡単な電子工作品なども投稿されるようになっていた。初音ミクを「ネタ」にあらゆるジャンルの創作が行われ、作品として投稿される状況に発展している。

第五章 考察

第一節 考察の概要

本章では、前章において述べた4つの事例について考察する。

本章は以下のように構成される。

1. 概要（本節）
2. 「ローエンド型破壊」と「新市場型破壊」に共通する要素についての考察
3. 「ローエンド型破壊」と「新市場型破壊」で異なる要素についての考察
4. まとめ

第二節 事例の類似点からのインプリケーション

第一項 ユーザーによるイノベーションの発見

第四章において述べた4つの事例において、「ローエンド型破壊」と「新市場型破壊」に関わらず共通している事項として

- ユーザーが技術要素を「発見」し、市場への導入に必要な改善を要求して使用するというプロセスが存在する。

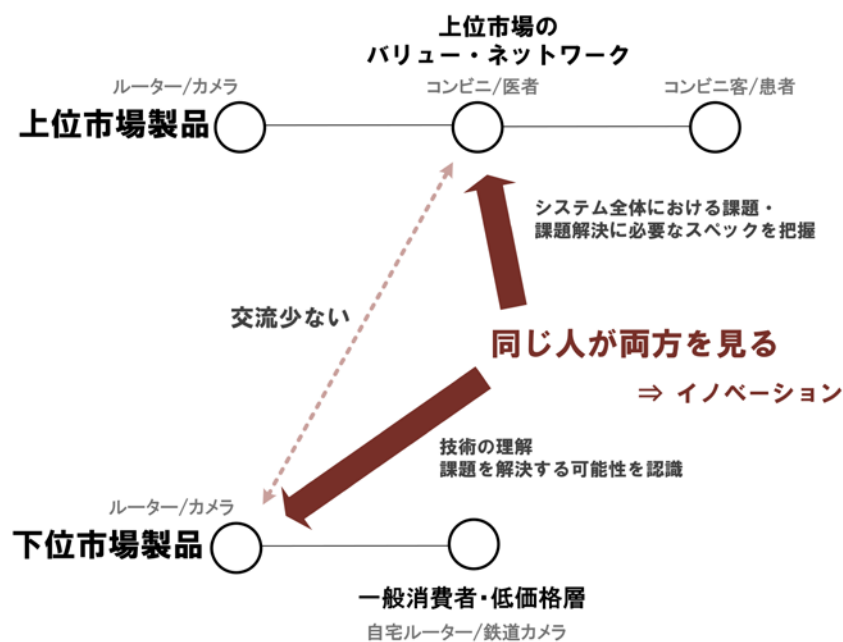


図 29 ローエンド型におけるユーザーの2面性

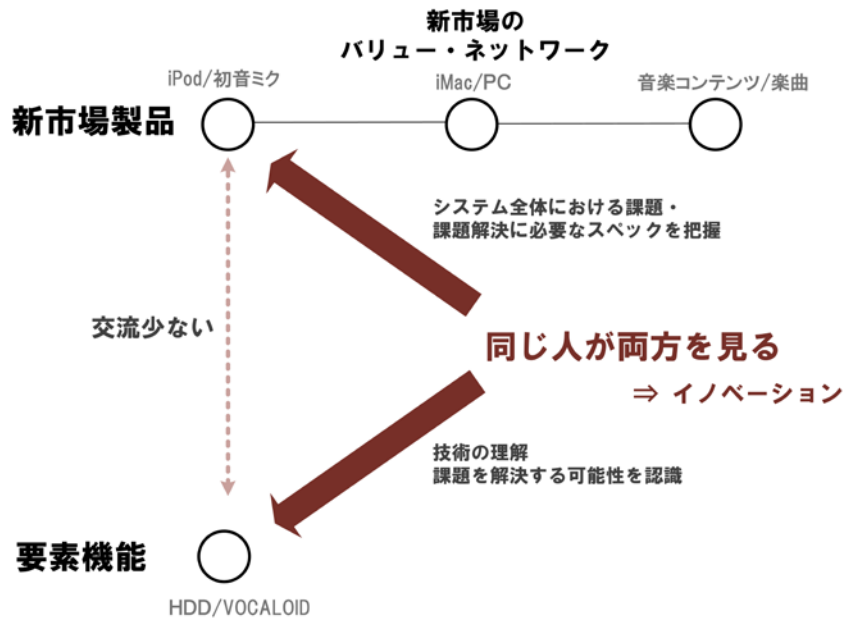


図 30 新市場型におけるユーザーの 2 面性

図 29、図 30 に技術要素の発見プロセスにおけるユーザーの「2 面性」の効果を示す。

ローエンド型、新市場型の双方において、ユーザーは

- 上位市場・新市場のバリュー・ネットワークに関する知識
- 技術要素に関する知識

を持ち合わせ、その組み合わせによって新しいイノベーションのアイデアを創出する。

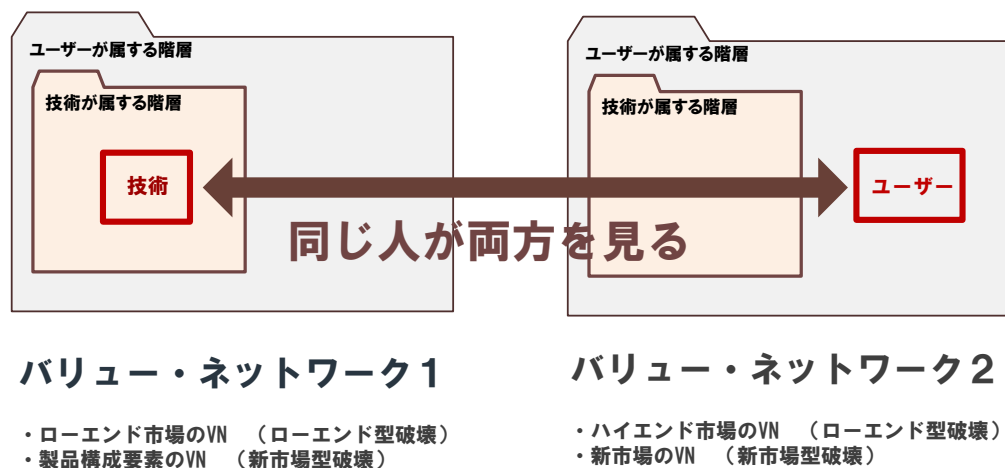


図 31 バリュー・ネットワークを超えた技術の発見

これをバリュー・ネットワークの観点から見ると図 31 のようになる。ユーザーは 2 面性の効果によって異なるバリュー・ネットワークに所属する利用可能な技術に遭遇し、

その技術に対する詳細な情報を得ることによって、自らが所属するバリュー・ネットワークにおいて応用できる可能性を発見する。

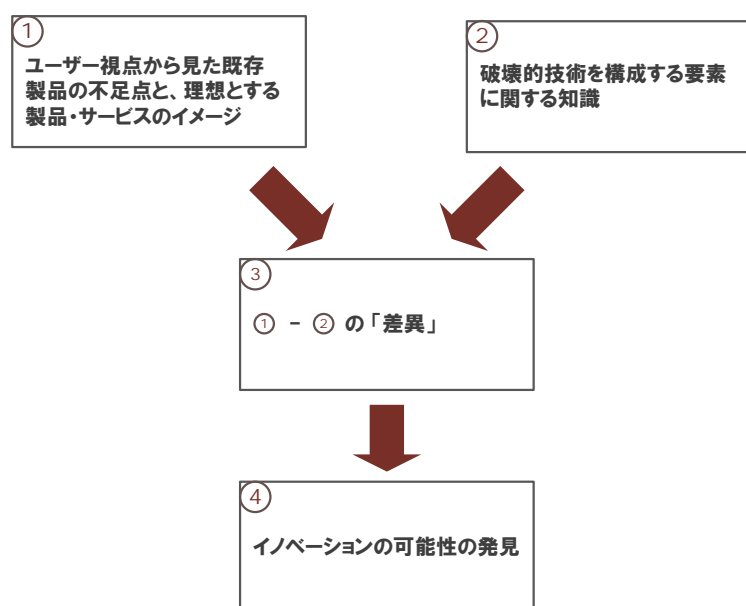


図 32 破壊的イノベーションのアイデア創出

このような、ユーザーによるイノベーションのアイデアの創出は、次のようなプロセスで行われる。

- ① 上位市場のバリュー・ネットワークに所属するユーザーは、既存の製品を用いてサービスを提供する場合の課題について詳細に認識しており、それを改善する、理想とするイメージを持っている。
同様に、新市場を創造するユーザーも、まだ世の中には存在にしていなくても、理想とするイメージを持っている。
- ② 破壊的技術の構成を詳細に知り、何が可能な技術なのかを理解する。
- ③ ①の理想イメージと、②の破壊的技術の差分をイメージする。
- ④ ③の差分を認識した上で①の理想イメージを修正する。その結果、破壊的技術を改良することでイノベーションを達成できるかもしれない、という可能性を認識する。

上位市場・新市場のバリュー・ネットワークに関する知識と、破壊的技術に関する知識の双方を自在にイメージし組み合わせることにより、上記のようなプロセスを経て、特定のユーザーにより破壊的イノベーションが「発見」される。

第二項 要求性能分布から見たイノベーションの発見プロセス

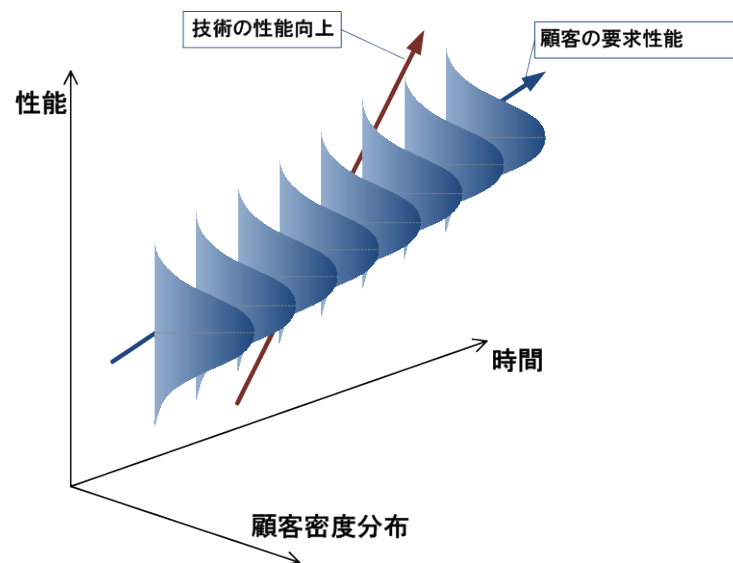


図 33 顧客の要求性能の密度分布

クリステンセン(Christensen 1997)によれば、顧客が要求する性能は均一ではないため、イノベーションのジレンマのグラフにおいて、実際には顧客の要求性能は密度分布で表される。これを上図に示す。

この密度分布を考慮に入れ、第一項において述べた「イノベーションの発見」について検討する。

■ ローエンド型における破壊的イノベーションの発見プロセス

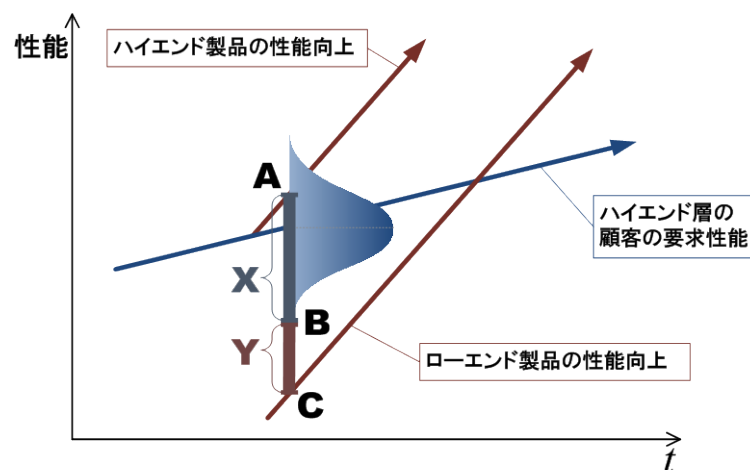


図 34 密度分布を用いたローエンド型の説明

上図は、密度分布を考慮したローエンド型破壊の様子を表す。ある時点において、ユーザーはハイエンドの製品とローエンドの製品を選択する事が出来る。ハイエンドの製品の性能は点Aにおける値となり、ローエンドの製品は点Cにおける値で表される。

この時、性能要求が最も低いユーザーについて考えると、そのユーザーは密度分布の最下端に存在し、点Bにおける性能値が要求される。

このような「性能に対する要求が低い」点Bのユーザーにとって、

- ハイエンド製品の性能の「過剰」は X (点A・点B間の距離)
- ローエンド製品の性能の「不足」は Y (点B・点C間の距離)

となる。時間が経過するにつれ、 X は大きく、 Y は小さくなる。イノベーションが起きるのは、点Bがローエンドの性能曲線に接し、 Y が0になった時点である。また、それ以前から $X > Y$ という状況である、つまり、自分の理想からの乖離はローエンド製品のほうが小さいということが、ユーザーにイノベーションの可能性を発見させる動機となっていると思われる。

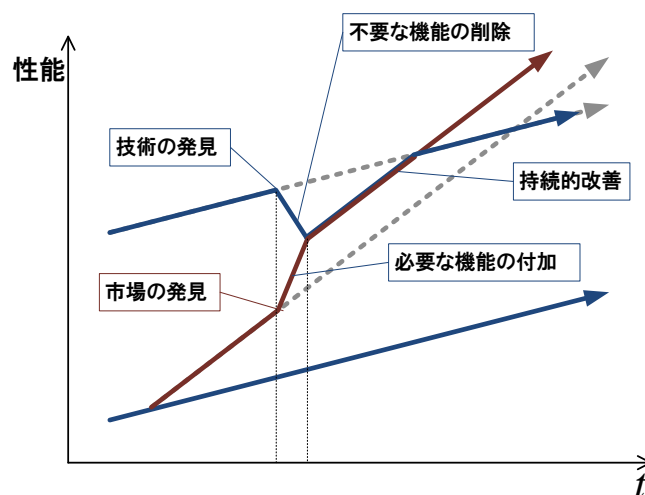


図 35 ローエンド型のプロセス

これを踏まえて、破壊的イノベーションが市場に参入するプロセスは上の図で説明できると考える。具体的には、下記の参入プロセスを仮説とする。

1. ユーザーが破壊的技術を知り、イノベーションの可能性を発見する。ユーザーは破壊的技術の改善を要求する。（時刻 t_1 ）
2. 破壊的技術の開発が効率化し、開発が加速する。また一方で、市場の参入に必要な最低限の機能が検討され、破壊的技術の受け入れ態勢が整えられる。

3. 破壊的技術が導入され、性能要求が低いユーザーによって使用される。
 その結果、破壊的技術がアピールされ、性能要求がより高いユーザーも使用し始める。
 結果的に市場の性能要求曲線は低下する（時刻 t_2 ）

■ 新市場型における破壊的イノベーションの発見プロセス

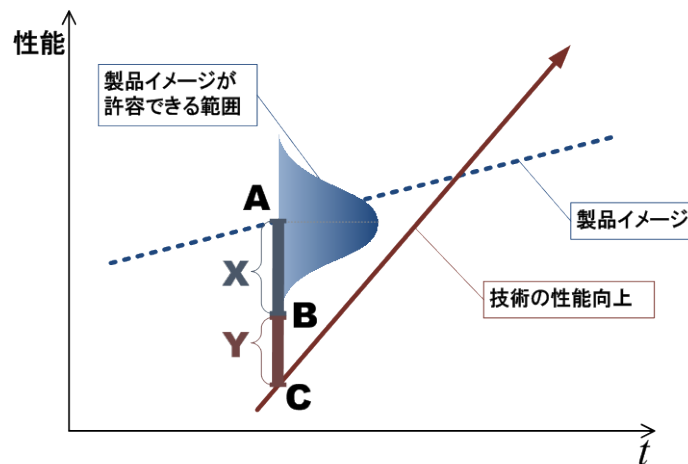


図 36 新市場型の密度分布による説明

上記は「ローエンド型」の破壊的イノベーションに関する説明であるが、「新市場型」についても同様である。上図のように、新市場型破壊においても、新市場における製品イメージから得られる「性能の許容範囲」が与えられる。この許容範囲の最低値と、技術が持つ性能の比較によって、ローエンド型破壊の場合と同様な議論が可能である。

具体的には、下記のプロセスが想定される。

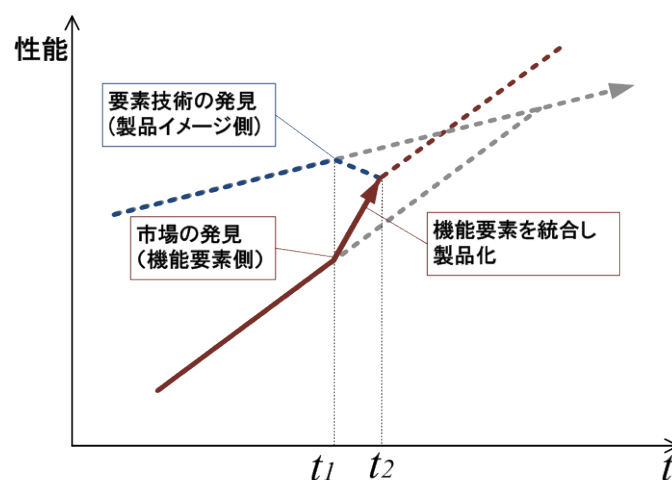


図 37 新市場型のプロセス

1. 製品イメージを持つイノベーターが要素技術の存在を知り、イノベーションの可能性を発見する。イノベーターはこの技術の改善を要求する。（時刻 t_1 ）
2. 開発が加速する。また一方で、市場の参入に必要な最低限の機能が検討され、製品イメージが具体化する。
3. 要素技術が統合された製品が開発される。理想イメージに100%到達することは難しいため、開発された製品の性能は理想イメージを下回るが十分である（時刻 t_2 ）

第三項 イノベーションの発見プロセスにおけるユーザーの2面性の効果

第一項、第二項で述べたように、破壊的技術が市場に参入する時点においては、市場と技術の双方を知るユーザーが重要である。

そのようなイノベーションの可能性を発見するユーザーは、市場と技術の双方に接点をもつ。つまり、「2面性」をもつ。

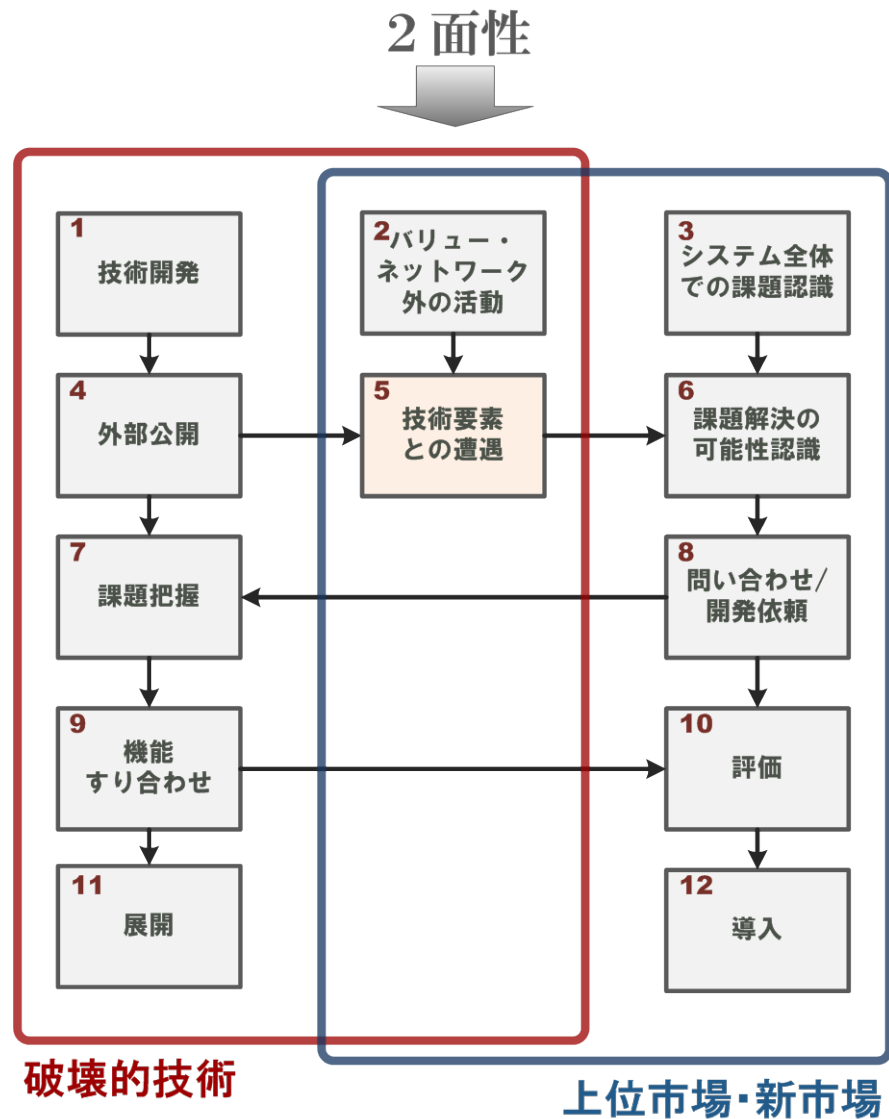


図 38 ユーザーの2面性がイノベーションに与える効果（ベース図）

ユーザーの「2面性」がイノベーションを仲介するプロセスについて図 38 を用いて説明する。

上図 38 において、ユーザーは「上位市場・新市場」側として存在する。ユーザーは破壊的技術が参入する市場においてビジネスをしている（新市場の場合は詳細なイメージを持っている）から、その市場のバリューネットワークをよく知っており、その課題についても詳しく認識している（3）。

そのようなユーザーが、何か別の活動において破壊的技術と接点を持つ（5）。この遭遇により、上位市場・新市場における課題が破壊的技術によって解決され、さらには付加的な機能の追加があり得ることが認識される（6）。

しかし、この時点においては、まだ破壊技術が完全に適用可能な状態ではない。破壊的技術の側としては、そのような市場が存在すること・そのような市場に参入することが可能であることを認識していないため、市場に適合するための改良が必要な状態になっている。

ユーザーは、この改良を破壊的技術の開発者に依頼する。この時、ユーザーは上位市場・新市場のネットワークから破壊的技術のネットワークへの橋渡しの役割を果たす。破壊的技術の開発者はその依頼を受け、「そのような需要が存在していた事」を認識し、市場に合わせた機能のすり合わせを行う（9）。ユーザーは、その評価を行う（10）。必要であれば、このようなプロセスが繰り返され、最終的にユーザーが満足する製品が開発される（12）。破壊的技術の開発者は、技術の多方面への展開を図る（11）。

第四項 各事業におけるユーザーの2面性の効果の確認

本研究における4事例において、上記のプロセスがあてはまることが観察される。

以下、次ページより、それぞれの事例について「ユーザーの2面性によるイノベーションの発見プロセス」が存在することを確認する。

■ ヤマハのルーター事業におけるユーザーの2面性の効果

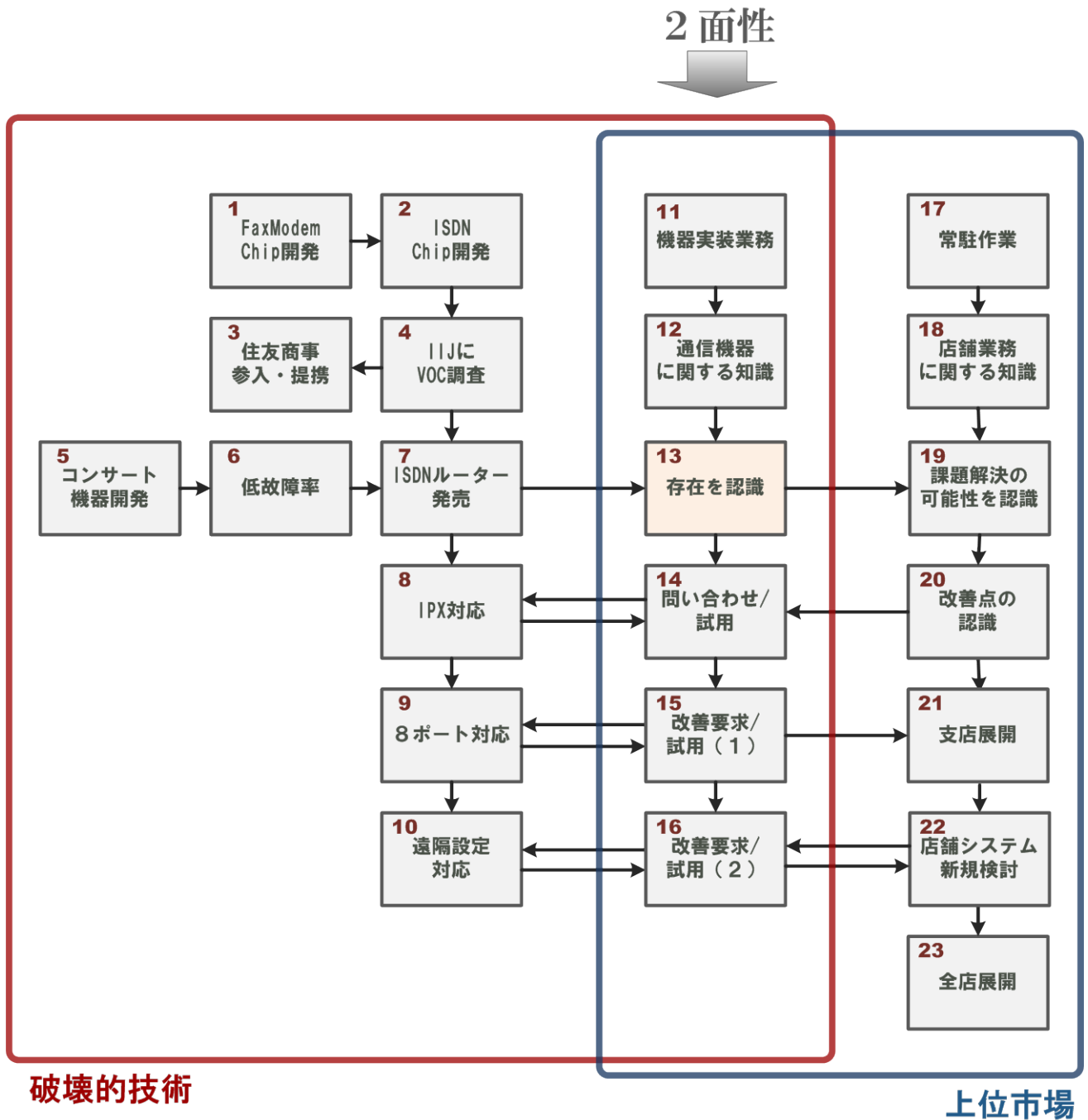


図 39 ユーザーの2面性がイノベーションに与える効果（ヤマハ）

ヤマハのルーター事業の事例においては、CRC総合研究所（現 伊藤忠テクノサイエンス）の唐沢氏が、

- ファミリーマートのバリュー・ネットワーク

- ヤマハのルーター

の双方に関する詳しい知識を所持していた。

具体的には、

- ファミリーマートの店舗システムに関する知識、特に I S D N 環境に関する問題意識と、今後の社内ネットワークシステムの方向性についての知識を持っていること
- ファミリーマートに常駐し、コンビニエンスストア事業のバリュー・ネットワークに関する知識を持っていること
- 現場の店舗で運用する上で何が問題になるかイメージできること
- 個人事業者向け I P ルーターとして売り出したヤマハのルーターが、I P X にも対応し、ファミリーマートの店舗システムに使用できるのではないかと考えることができる知識を持っていること
- 実際に試用し、既存の製品と比較して良い点が多く、筋が良い機器であると判定できる知識
- システム全体の観点から、ルーターの改善要求を出すことができる知識

を持っていたことにより、個人事業者向けとして販売されていたヤマハのルーターに改良依頼を出し、店舗導入まで導くことが可能となった。

■ アールエフの口腔内カメラ事業におけるユーザーの2面性の効果

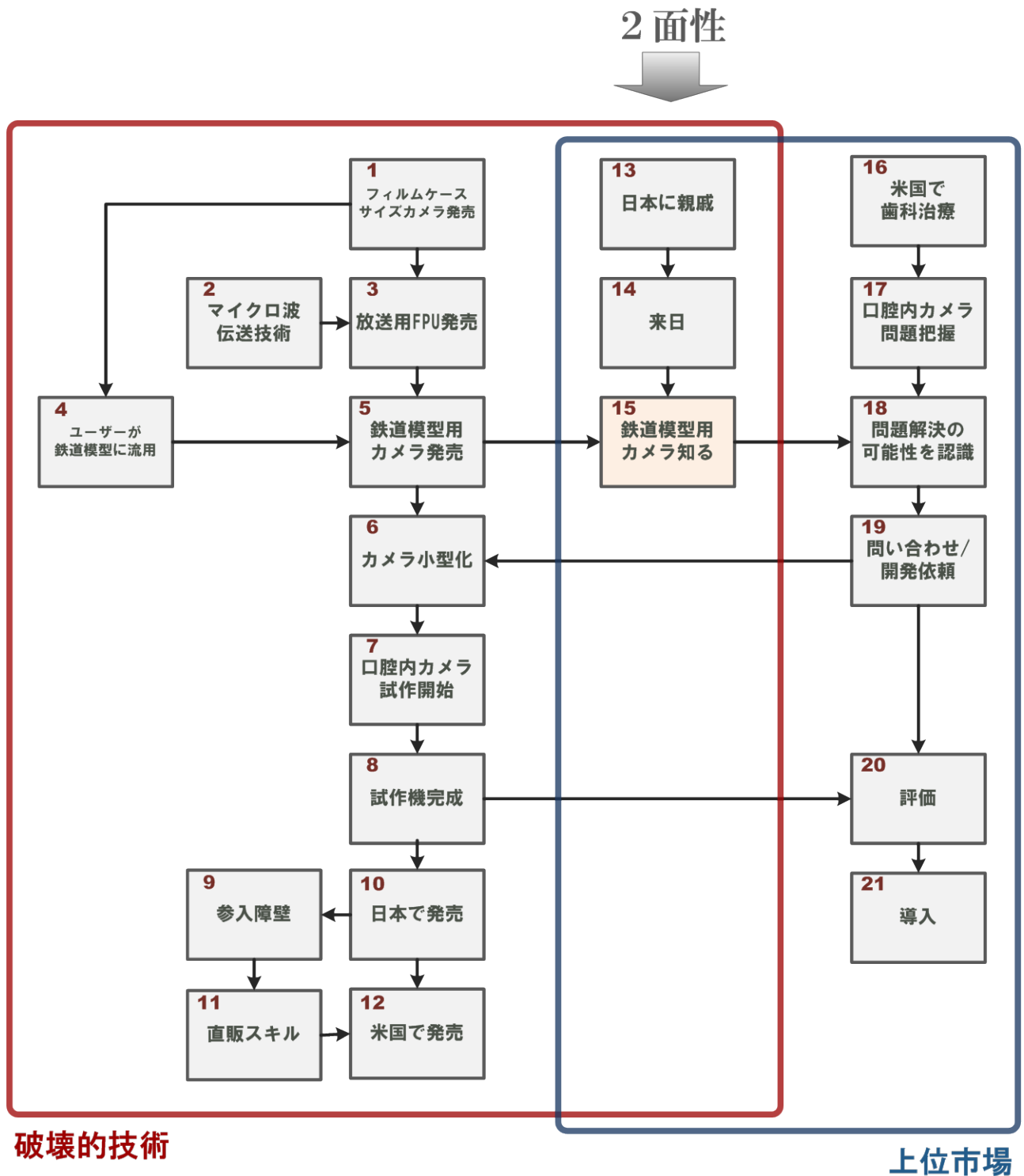


図 40 ユーザーの2面性がイノベーションに与える効果（アールエフ）

アールエフの口腔内カメラ事業の事例では、米国の歯科医師のマイケル吉田氏が

- 米国の歯科業界のバリュー・ネットワーク
- アールエフ社の鉄道模型用カメラが存在する日本の電子機器マーケットに関する知識を所有し、市場と破壊的技術を結びつける役割を果たした。

具体的には、

- 米国の歯科医院で使用されている口腔内カメラが「有線式」で、サイズも大きく、使いづらいこと、また、価格も数万ドルと高いこと
- 歯科医として、無線で動作する小さい口腔内カメラがあれば、必ずヒットするという実感をもっていたこと
- 日本に親戚がいたこと
- 鉄道模型用カメラを趣味で使用していた友人がいたこと

が総合的にイノベーションに結びついた。

吉田医師の、医師としての一面と、日系人としての一面が遭遇した結果であると言える。

■ アップルの「iPod」開発におけるユーザーの2面性の効果

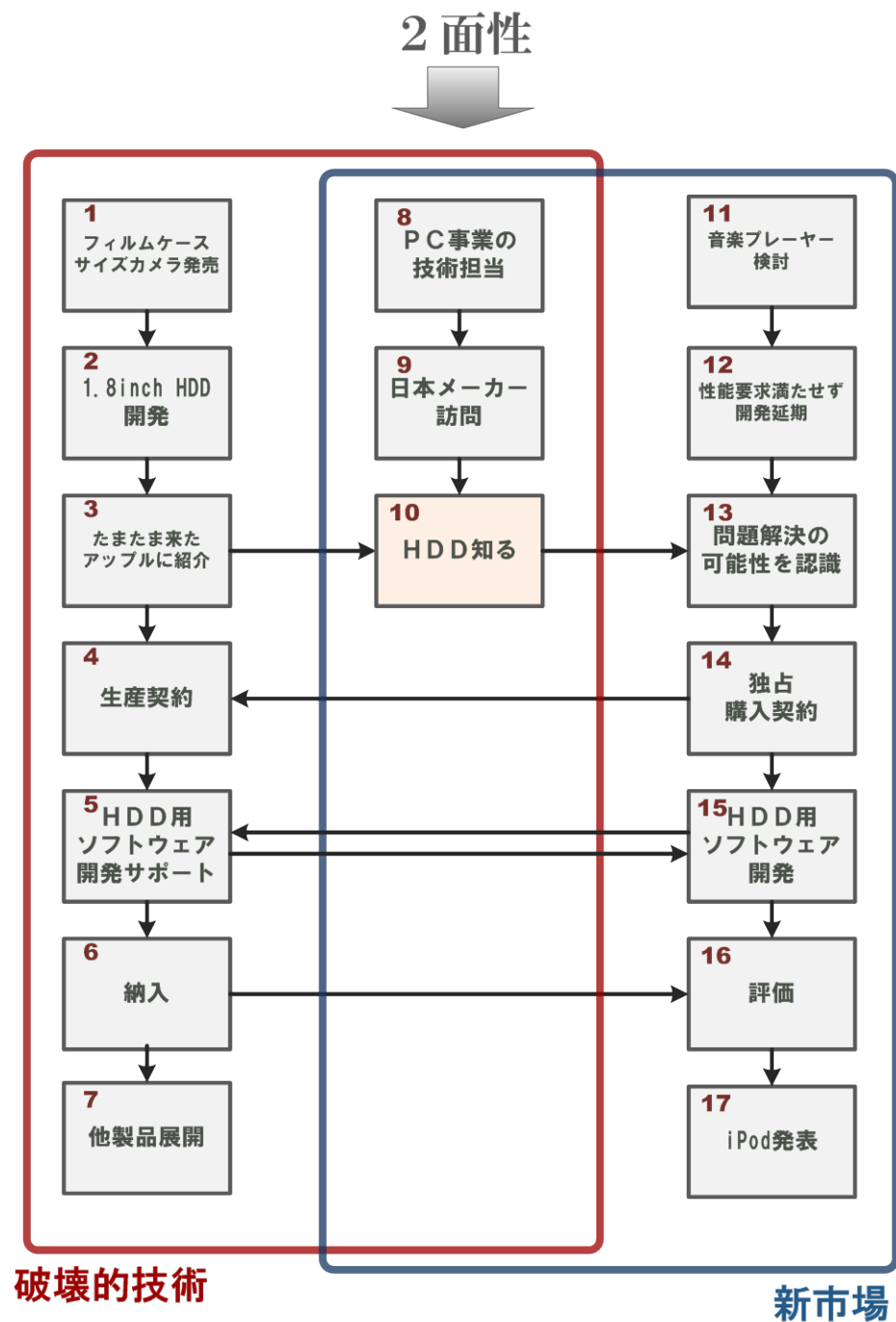


図 41 ユーザーの2面性がイノベーションに与える効果 (iPod)

iPod の事例においては、アップル社のルビンスタイン氏が、

- 社内で検討されていた音楽プレーヤーの理想イメージ

- それまでのキャリアにおけるコンピューターに対する深い造詣と、それに伴いP C担当として、東芝に赴くチャンス

の双方を持っていたことが破壊的イノベーションに繋がった。

具体的には、

- アップル社は音楽プレーヤーを検討しており他社製品を使用してみたが、理想的な使用イメージには到底マッチしておらず、特に記憶装置がネックになっていると判断していたこと
- P C担当として日本のメーカーを訪問できる立場にあったこと
- コンピューターに関する造詣が非常に深く、部品としてのHDD装置の使用方法について詳しいこと

が総合的にイノベーションに貢献している。

ルビンスタイン氏の、コンピューター関連を担当する一面と、音楽プレーヤーを担当する一面が、破壊的イノベーションを発見する要因となった。

■ クリプトン・フューチャー・メディアの「初音ミク」開発におけるユーザーの2面性の効果

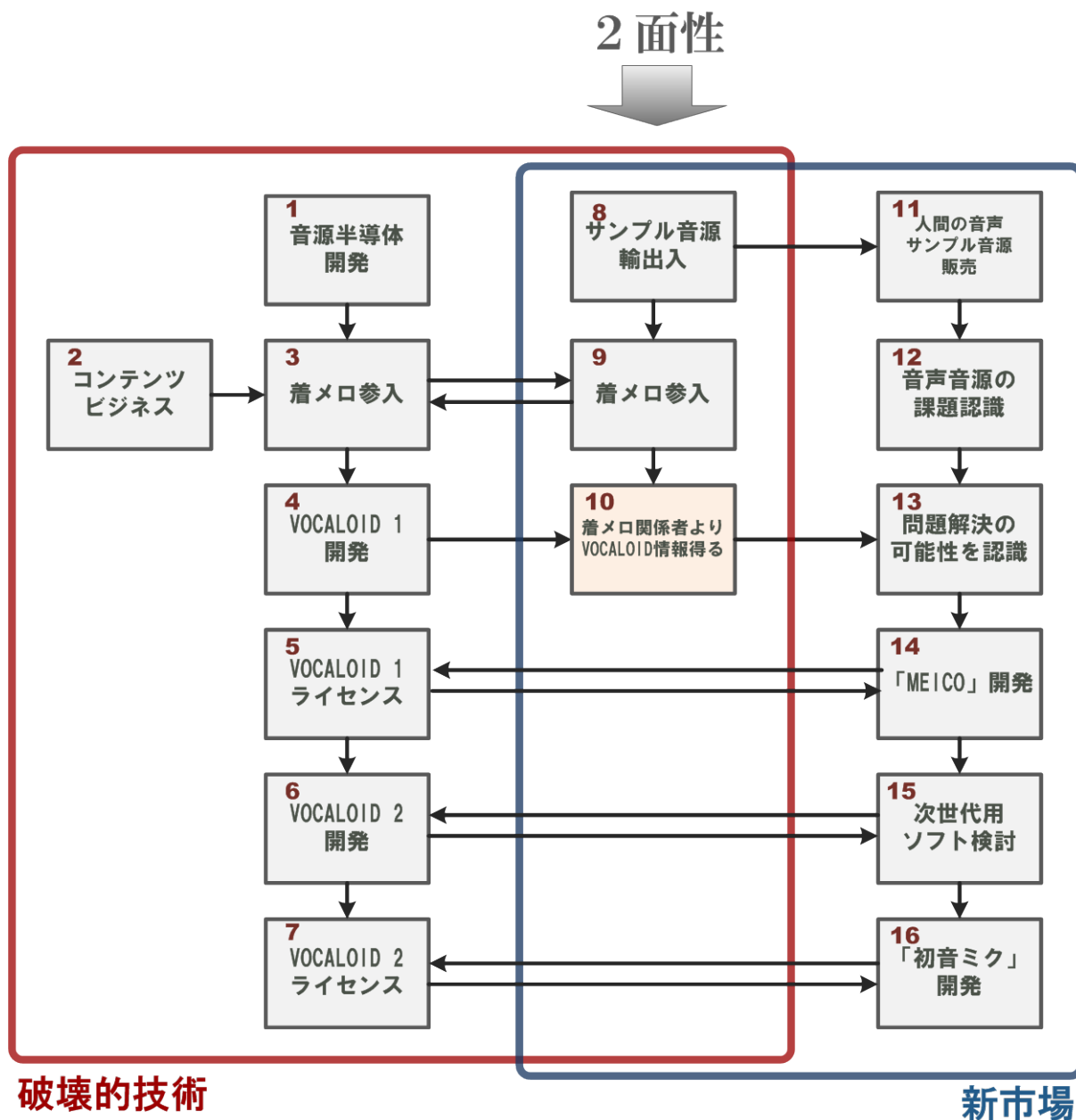


図 42 ユーザーの2面性がイノベーションに与える効果（初音ミク）

「初音ミク」の事例においては、「初音ミク」を開発したクリプトン・フューチャー・メディアの伊藤氏が

- 着メロビジネスで培ったヤマハとの関係

- サンプル音源のパッケージソフトの開発スキルの双方を持っていたことが破壊的イノベーションに繋がった。

具体的には、

- 着メロビジネスを手掛ける前に、音源サンプルを作成するビジネスを行っており、音源ビジネスがどのようなものか良く知っていたこと
- 「音声」のサンプル音源に関する事前知識を持っていたこと
- 着メロビジネスを通じてヤマハの営業と知り合い、まだ「VOCALOID」がプロトタイプであった時から紹介してもらうことができたこと

が「初音ミク」の誕生において重要であった。伊藤の、音源ビジネスにおける面と着メロビジネスにおける面を組み合わせることにより、破壊的イノベーションが達成された。

第五項 「ユーザーによるイノベーション」の観点から見た2面性の効果

本節では、「ユーザーによるイノベーション」という観点から、2面性が及ぼす効果について検討する。

■ 「期待利益仮説」に対する2面性の効果

メーカーの期待利益	ユーザーの期待利益	イノベーションの発生場所
低い	低い	メーカー ・ ユーザー
高い	低い	メーカー
低い	高い	ユーザー
高い	高い	メーカー ・ ユーザー

表2 期待利益仮説[再掲]

期待利益仮説（表2）において、破壊的技術を適用したいと考えるユーザーはメリットがあると考えられる筈であるから、「ユーザーの期待利益」は高い筈である。また、その市場に参入しようと思う破壊的技術のメーカーについても、参入しようと思うのであるから「メーカーの期待利益」は大きい筈である。

期待利益仮説においては、イノベーションが「単独プレーヤー」におけるイノベーションに限定されるということが問題となっていたが、「ユーザーの2面性」を考慮すれば、単独のプレーヤーが2か所でイノベーションを発生させることが可能になる。つまり、ユーザーの2面性は、「期待利益仮説」が持つ「単独プレーヤーに限定されてしまうことによりイノベーション発生場所が1か所に限定される」という問題点を解決する考え方の1つとなり得る。

■ 「情報の粘着性仮説」に対する2面性の効果

技術情報の粘着性	ユーザー・ニーズの粘着性	イノベーションの発生場所
低い	低い	メーカー ・ ユーザー
高い	低い	メーカー
低い	高い	ユーザー
高い	高い	イノベーションの過程で メーカーが技術関連の問題 を解決し、ユーザーがニ ーズ関連の問題を解決する

表3 情報の粘着性仮説[再掲]

本研究において示した4つの事例のすべてにおいて、イノベーションの創出の際に

- 上位市場・新市場のユーザーが市場の問題点を認識する
- 破壊的技術を市場向けにカスタマイズする

という2ステップが存在した。

これは、これらの事例が、ニーズ関連の問題がユーザーによって解決され、技術関連の課題がメーカーによって解決される「共同イノベーション」であることを示している。表3より、このような場合は、技術情報の粘着性は高く、ユーザー・ニーズの粘着性も高いと言えることがわかる。

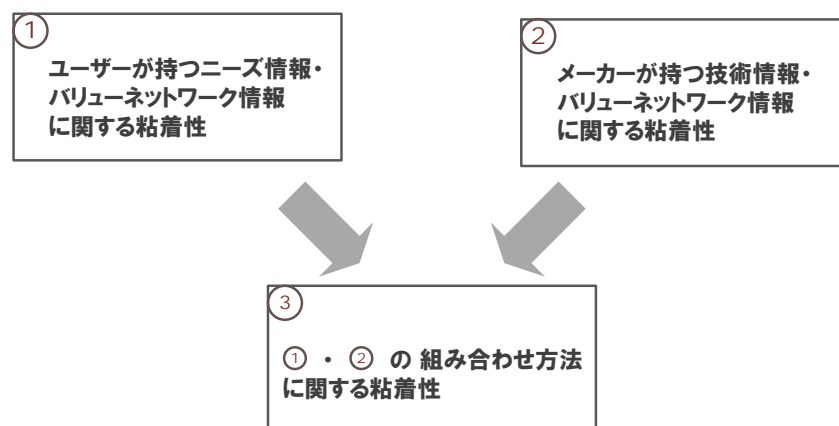


図 43 ユーザーの2面性と情報の粘着性

破壊的技術が市場に参入する際のユーザーと製品における情報の粘着性について図43に示す。破壊的技術に気付くユーザーは、自身の市場に関するニーズ情報とバリュー・ネットワークに関する情報を持っており、この情報は外部には容易に移転できず粘着性が高い。また、破壊的技術側のメーカーにおいては、その技術情報と、メーカーが属するバリュー・ネットワークに関する情報の粘着性が高い。

また、2面性を持つユーザーは、ニーズ情報と技術情報の双方を組み合わせる。ここで、組み合わせが単純である場合には新たな粘着性は発現しないが、この組み合わせがカスタマイズを行う「すり合わせ」である場合には、新たな粘着性が発生する。

■ 「問題解決プロセス」における2面性の効果

また、図44（次ページ）に、ユーザーとメーカーが試行錯誤の中で問題解決を行っていくプロセスにおいて、ユーザーの2面性がもつ効果について示す。

2面性を持つユーザーはニーズ情報・シーズ情報の双方に詳しいため、情報をやり取りする際の誤りの発生を抑制し、よりの確な修正案を提案し、また修正回数を減少させ、双方の満足度を上げ、また開発スピードを向上させる。

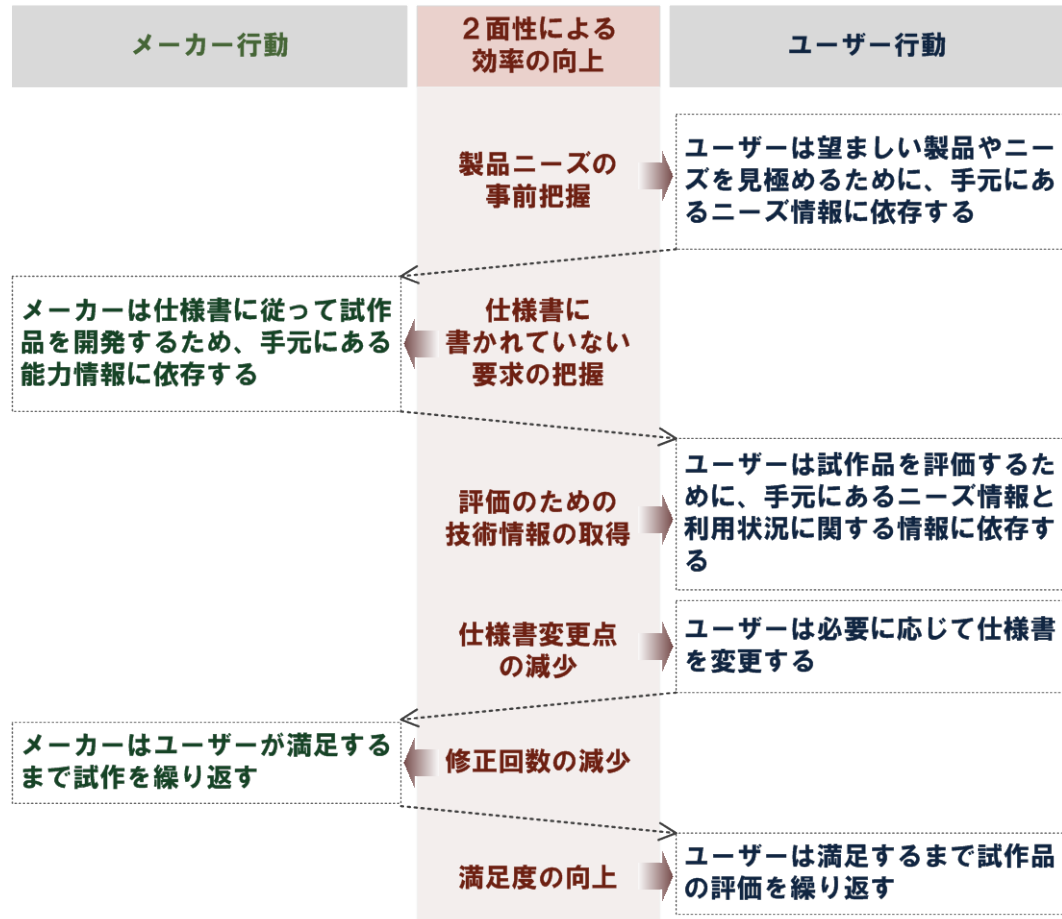


図 44 問題解決プロセスにおけるユーザーの2面性の効果

第六項 「社会的ネットワーク」の観点から見た2面性の効果

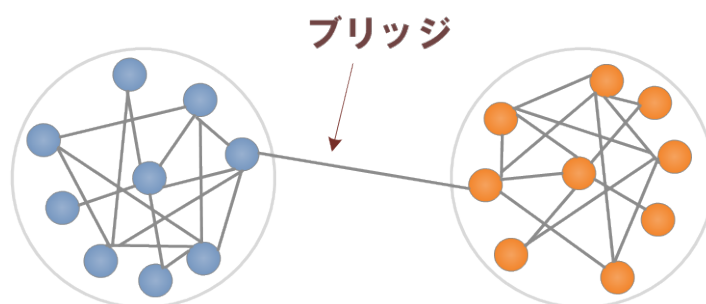


図13 ブリッジ[再掲]

第二章 四節で示したように、ノード間を結ぶ唯一のリンク「ブリッジ」は、クラスター間を接続して情報を流通させることにより、イノベーションに有用な1次情報を提供する効果を持つ。その一方、ブリッジはその特性より「弱い紐帯」であることが多く、そのため、消滅してしまう可能性が高い。

本研究において、「2面性をもつユーザー」は、市場におけるプレーヤーのネットワークと、その市場に参入する破壊的技術が属しているネットワークを結ぶブリッジとなっていると考えられる。

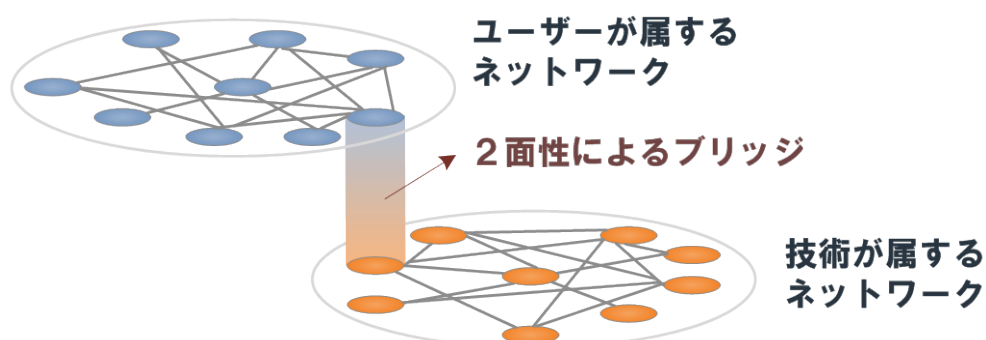


図45 社会的ネットワークの観点から見た2面性の効果

このブリッジを経由して、破壊的技術が参入する市場におけるニーズ情報と、破壊的技術がもつシーズ情報を流通させる経路が構築され、これによって破壊的イノベーションが促される。また、このブリッジは個人の2面性として存在するため、消滅することがない。むしろ、2面性をもつユーザーが熟慮することによって、ブリッジをやり取りされる情報は増加し、ブリッジは「強い紐帯」となる。

下図46に、ユーザーの2面性によって構成されるブリッジが破壊的イノベーションを起こすプロセスを示す。

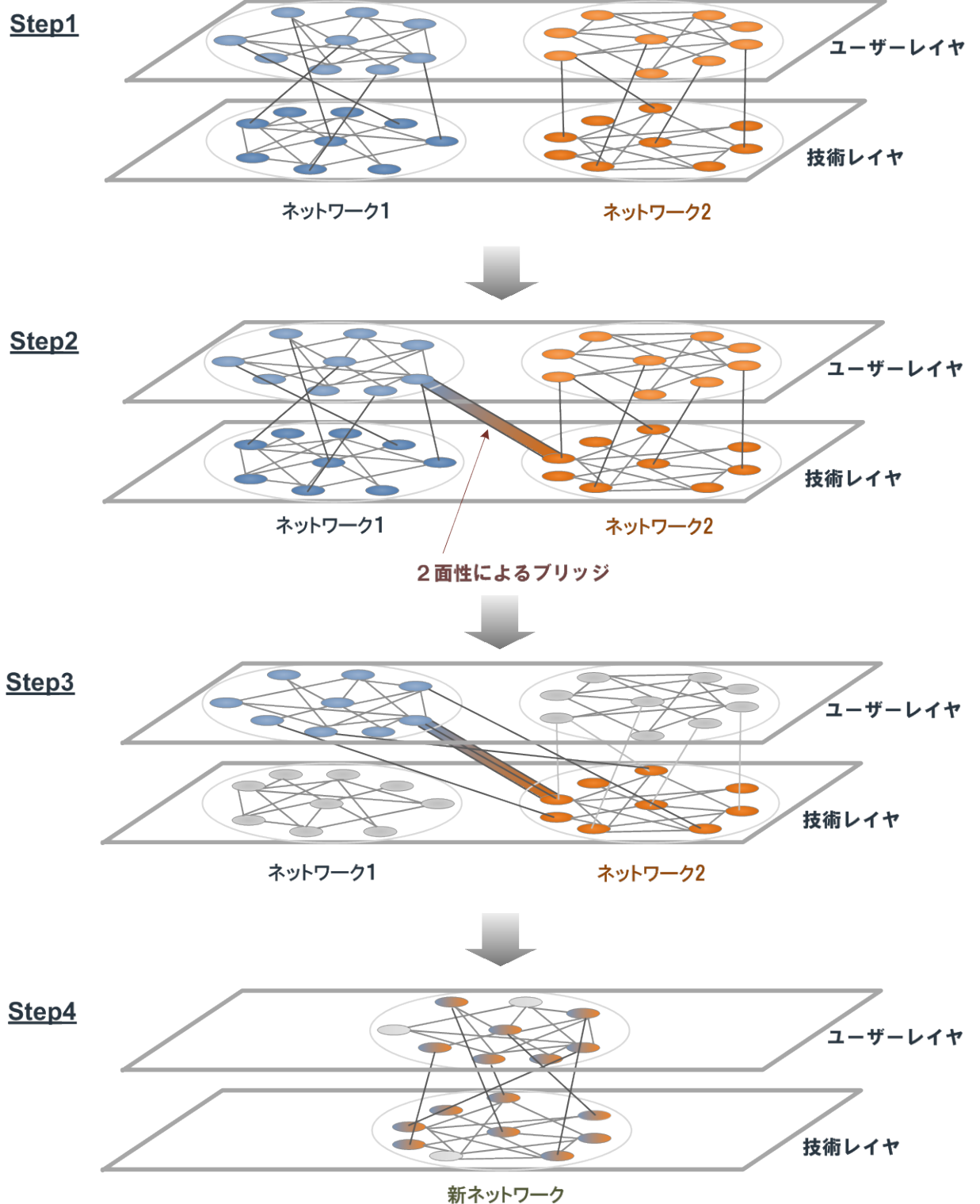


図 46 社会的ネットワークの観点から見た破壊的技術の市場参入プロセス

図 46 において、「ネットワーク 1」は、上位市場のバリュー・ネットワークを社会ネットワーク構造として表したものである。同様に、「ネットワーク 2」は破壊的技術が

属するバリュー・ネットワークを社会ネットワーク構造として表したものである。破壊的イノベーションにおいては、「ネットワーク 2」の「技術レイヤ」に属する技術が、「ネットワーク 1」の「ユーザーレイヤ」のユーザーに発見され、使用される。

破壊的技術の市場参入プロセスは、下記の 4 ステップで説明できる。

Step1:

上位市場のユーザーは、破壊的技術に気付かず、従来のバリュー・ネットワークの技術を用いている。破壊的技術は、より下位の市場や他の市場のバリュー・ネットワークにおいてそれぞれ使用されている。

新市場型の場合には、ネットワーク 1 が「ユーザーが理想とする仮想イメージ」で与えられる。

Step2:

ユーザーの 2 面性によって破壊的技術が属するバリュー・ネットワークへのブリッジが構築される。

Step3:

破壊的技術を適用したいという要望がユーザーから出され、破壊的技術を改善して上位市場に参入するための努力がなされる。ネットワーク 1（上位市場）のユーザーレイヤと、ネットワーク 2（破壊的技術）の技術レイヤに社会的ネットワークが構築され始める。

Step4:

ネットワーク 2 の技術レイヤから「破壊的技術が上位市場に参入するために必要となるプレーヤー」が選択され、また、ネットワーク 1 のユーザーレイヤから「上位市場において破壊的技術を利用するために必要となるプレーヤー」が選択され、両者が結合され、新しいバリュー・ネットワークが構成される。これにより、従来ネットワーク 1 の構造であった上位市場に対して競合する、破壊的技術を用いるプレーヤーで構成させる新規のネットワークが生成される。（簡単のため図示されていないが、ネットワーク 1、ネットワーク 2 も依然として存在している）

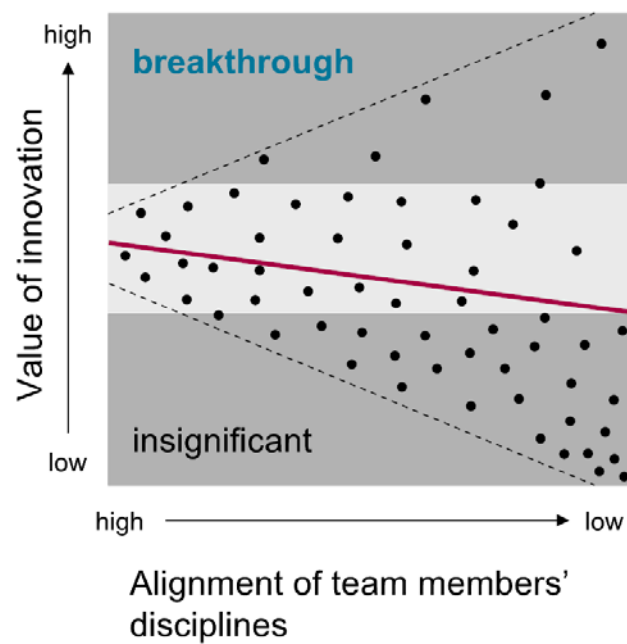


図 15 異業種交流の効果 [再掲] 7

異業種交流の効果に関する先行研究を踏まえれば、このプロセスにおいて、参入する市場（ネットワーク 1）と破壊的技術（ネットワーク 2）が「意外なプレイヤーの取り合わせ」である場合に、大きなイノベーションとなり得ると予想される。また、双方のネットワークにおいて活動するプレイヤーの専門性が高ければ高い程、イノベーションが生み出される可能性は高い。これは Step2 から Step3 にかけて、ブリッジを通して流通する情報の質が高いため、新しいネットワークを効率的に生み出すことができるからであると考えられる。

第三節 事例の相違点からのインプリケーション

本節では、「ローエンド型破壊」の事例と「新市場型破壊」の事例の相違点について考察する。

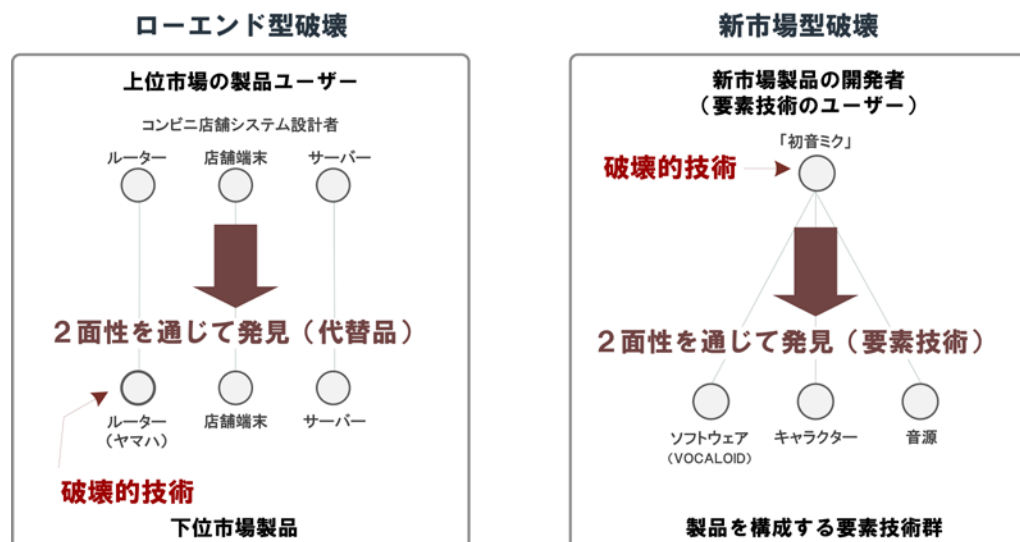


図 47 相違点からのインプリケーション

ローエンド型破壊においては、ハイエンド層で活動するユーザーの2面性によって破壊的技術が見出される。そのユーザーは、上位層の製品に対して不満を持っており、代替の可能性を期待して破壊的技術に接近する。

具体的には、ヤマハのルーターの事例においては、コンビニエンスストアの店舗システムを担当していたユーザーが、それまでのISDNモデム/ルーターから移行する代替品としてヤマハのルーターを検討したことが、破壊的技術の上位市場への参入を促した。また、アールエフの口腔内カメラの事例においては、歯科医院で使用されている口腔内カメラの代替品を求めて、アールエフ社に開発を依頼した。どちらも、代替品として求めた製品が破壊的イノベーションを起こしている。

一方、新市場型破壊の事例においては、新しい市場に向けて製品を開発している開発者が、その開発のために要素技術を求める際、2面性の効果が発揮されている。

具体的には、iPodの事例においては、iPodの開発のために東芝のHDDは必須の要素技術であった。初音ミクにおいては、VOCALOIDの存在が、初音ミクの開

発そのものを促した。どちらも、2面性によって発見されたのは要素技術であり、破壊的イノベーションを起こしたのは、それを用いて開発された製品（iPod、初音ミク）である。

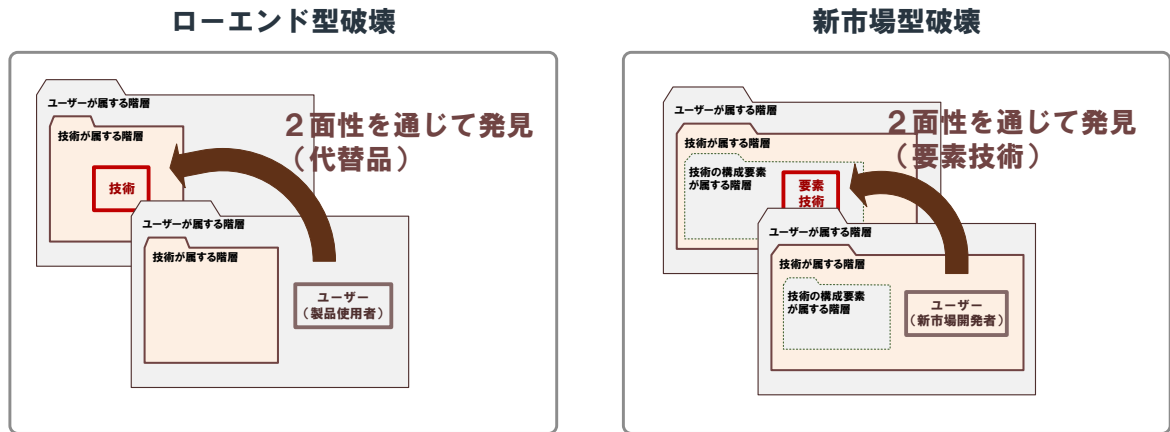


図 48 バリュー・ネットワークの図による相違点の説明

この相違をバリュー・ネットワークの観点から説明した図を上を示す。ローエンド型破壊は、上位市場に所属するユーザーが、破壊的技術を代替品として発見するプロセスである。一方、新市場型破壊は、「破壊的技術を新市場に出そうとするユーザー」が、そのための要素技術を発見するプロセスである。

これを踏まえると、下記の事柄がわかる。

- 2面性の効果は、製品をユーザーから見つけてもらうためにも有効であるし、製品を構成する技術要素を発見するためにも有効である。

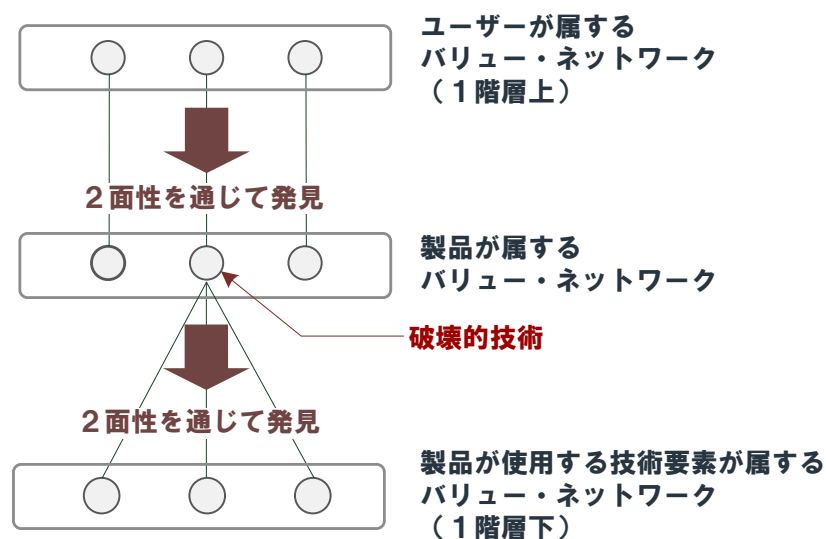


図 49 2面性の効果の入れ子構造

これを図で表すと上図 49 のようになる。自らの製品を破壊的技術として差別化する場合に、多面性を通じて 1 階層上のユーザーに発見してもらう方法もあるし、多面性を通じて発見した 1 階層下の技術を用いて、新しい市場を立ち上げエコシステムを構成することも考えられる。

例えばヤマハのルーターの例で言えば、今回はコンビニエンスストア業界に発見されたが、ルーターに意外な要素を加味して新規市場に打って出ること考えられるし、さらにその先に、意外な上位市場から発見され、その要望に応じて改良した末に参入を果たすことも考えられる。2 面性の効果は、バリュー・ネットワークと共に入れ子構造になっている。

第四節 考察のまとめと競争戦略へのインプリケーション

第一項 考察のまとめ

本章において得られた考察事項は下記のように要約される。

1. 破壊的イノベーションにおいて、破壊的技術が市場に参入する際、その市場において「市場ニーズと技術の双方を知っている」ユーザーの 2 面性が重要な役割を果たす。
 - i. 既存の市場が存在する場合（「ローエンド型」の場合）、その市場のユーザーが、ユーザー独自の 2 面性によって破壊的技術を発見し、既存の市場に適した形の改良を要求することで、市場への参入を加速させる。
 - ii. 新規の市場が立ち上がる場合（「新市場型」の場合）、製品の構成イメージをもちながら、要素技術が自らの要望を満たさない事を知っている開発者が、開発者独自の 2 面性によって要素技術を発見し、それを用いた製品を開発して市場を立ち上げる。
2. 「市場ニーズと技術の双方を知っている」という 2 面性は、ニーズとシーズの双方を知らなければ「そもそもどのような改善があり得るか」すら判らない（「無」は「有」を無くすことでしか判らない）という観点から重要であり、ユーザーのニーズ情報の粘着性が高い原因となる。

3. ユーザーの2面性は、「その組み合わせが希少である（ブリッジである）」という意味で、ブレークスルーを起こす可能性を高める。つまり、珍しい取り合わせを発生させることで、しばしば大きなブレークスルーを産み出す効果を与える。2面性を持つユーザーは、2つの異なるバリュー・ネットワークを組み合わせ、新しい破壊的イノベーションを起こす。
4. ユーザーの2面性には、製品が市場へ参入する際に発揮される効果もあり、逆に製品を開発する際に発揮される効果もある。製品をバリュー・ネットワークの上位に置いて考えるか、下位に置いて考えるかによってとるべき発想が異なる。
 - i. 製品をどこかの市場に参入させたい（バリュー・ネットワークの下位に置く）場合には、その市場におけるユーザーに到達する社会的パスが間接的に存在すれば、直接的なマーケティングだけではなく、そのパスから情報を得てもらう方法が考えられる。また、市場に存在するユーザーにとっては、その市場における製品のバリュー・ネットワークから逸脱した製品において、同様の機能を達成する製品を探すことによってイノベーションを起こすことができる。
 - ii. 新市場に向けて製品を投入したいユーザーが存在し、しかし、ユーザーのイメージに合致する要素技術が見つけれない場合に、日常生活に多面性を持たせることにより、必要な機能をもつ要素技術の存在に遭遇する場合がある。逆に、要素技術を持っている会社は、ユーザーに到達するパスが多面的に存在すれば、直接的なマーケティングだけではなく、複数のパスからも情報を提供することが出来、意外な用途に使用される新商品のバリュー・ネットワークに初期から参加することができるようになる。

第二項 競争戦略へのインプリケーション

考察のまとめを踏まえ、競争戦略に対して本研究が与えるインプリケーションとして下記が挙げられる。

- 破壊的イノベーションを創出するためには、自らは所属していないバリュー・ネットワークを調査し、そのネットワーク内において機能的に応用可能なものを発見する方法が考えられる。

自らの所属していないバリュー・ネットワークを発見するためには、業務以外のネットワークや、業務内であっても分野の異なるネットワークに注目する。関係が少ないバリュー・ネットワークにおいて応用可能な要素機能を発見できた場合には、大きなブレイクスルーに繋がる可能性がある。

応用が可能な機能を発見するためには、自らのバリュー・ネットワークにおける改善方法と理想イメージを、日常的に持っている必要がある。その理想イメージと、異なるバリュー・ネットワークにおいて発見した要素機能との差分がカスタマイズで改善できる場合にイノベーションが発生する。

- 要素技術が異なるバリュー・ネットワークにおいて発見された後、自らのバリュー・ネットワークに適用できるようカスタマイズするためには、発見された技術が容易にカスタマイズできる状態にあることが望ましい。そのためには、製品自体が容易にカスタマイズできる製品であるか、もしくは、カスタマイズのための人的資源が豊富でスピードを持って対応できる体制があれば良い。後者であれば、より他社に真似されにくく競争力が高いイノベーションを創出することができる。

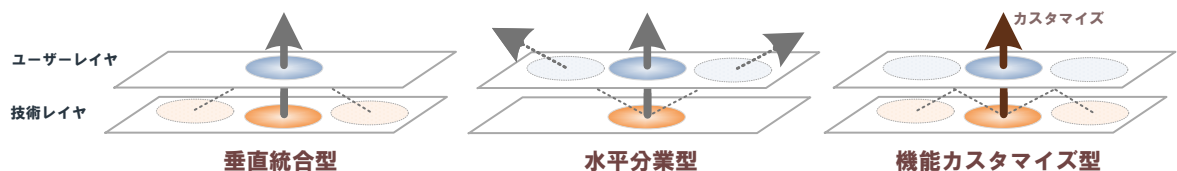


図 50 競争戦略へのインプリケーション

- ユーザーが要素技術を独占する「垂直統合型」では、ユーザーは技術オプションを持つが、要素技術の提供者は他のユーザーを持たず、ユーザーが優位である。逆に、要素技術を持つものが広くユーザーに技術を提供する「水平分業型」では技術提供者が優位であり、技術のユーザーは差異化が難しい。

本研究の事例で見られる、要素技術そのものは汎用的（水平分業的）であるが、ユーザーからの要望に対応しカスタマイズすることによって独自の機能を提供するという方法は、ユーザーと技術開発者の双方が利益を得る構造を提供する。

終わりに

第一節 本論文の総括（仮説モデルの提示）

本論文では、破壊的イノベーションの事例を考察することによって下記の仮説モデルを構築した。

■ イノベーションのアイデア創出

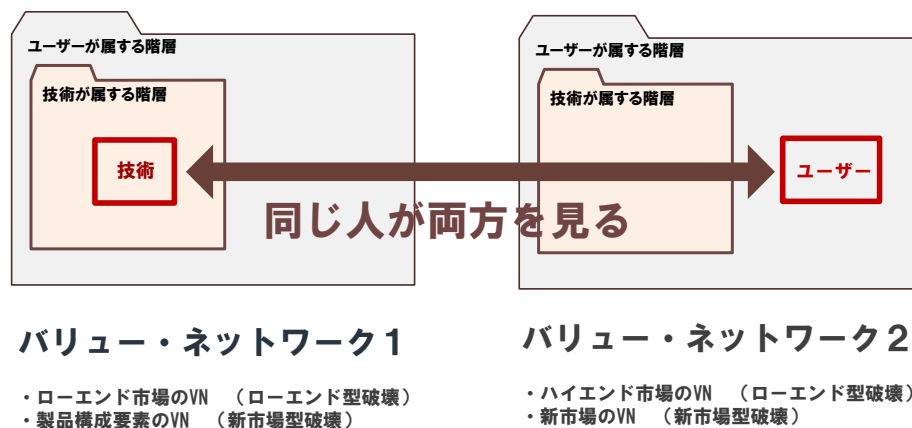


図 51 バリュー・ネットワークを超えた技術の発見

破壊的イノベーションを引き起こすアイデアは、ユーザーがバリュー・ネットワークの問題点と破壊的技術の双方を知り、その差分をイメージすることによって創出される。

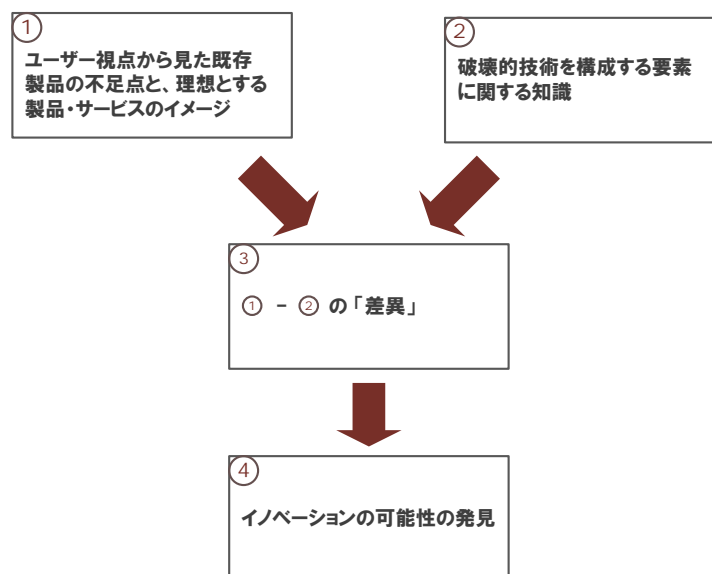


図 32 破壊的イノベーションのアイデア創出[再掲]

上位市場・新市場のユーザーが属するバリュー・ネットワークと破壊的技術が属するバリュー・ネットワークは異なっており、当初はそれらの間の交流がない。その後、ユーザーは自らの2面性によってバリュー・ネットワークの外部の破壊的技術を知る。自らが属するバリュー・ネットワークにおける理想的な製品のイメージと、この破壊的技術に関する知識を用いることにより、ユーザーは、遭遇した破壊的技術が自らが属するバリュー・ネットワークに適用できるかどうかを判定することができる。

■ 破壊的イノベーションのプロセス

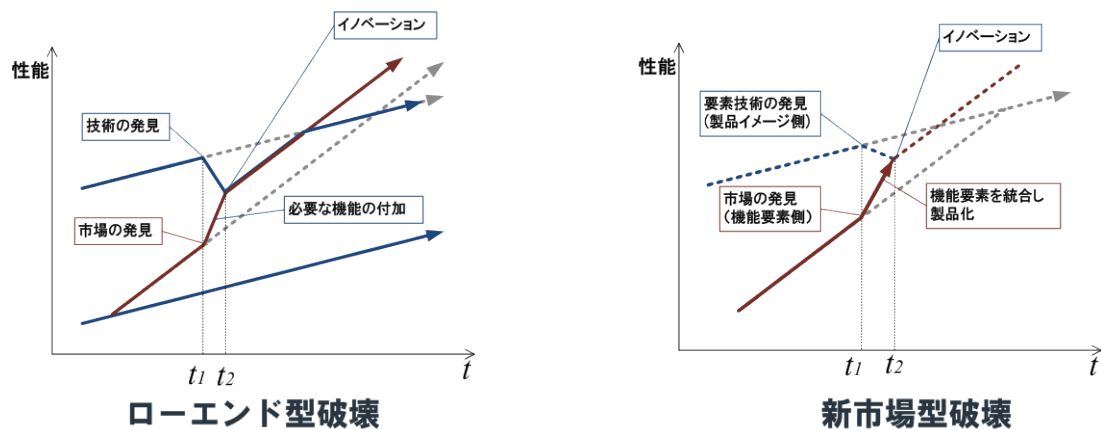


図 35・図 37 破壊的イノベーションのプロセス[再掲]

イノベーションのアイデアを得たユーザーは、自らのバリュー・ネットワークにおいて使用することができるよう、技術の改善を要求する。要求を受けたメーカーは、そのような市場が存在していること（もしくはそのような市場に参入することが可能であること）を認識し、よりの確な性能向上を果たす。ユーザーとメーカーは相互に協力して市場への参入を果たす。

■ ユーザーの2面性の効果

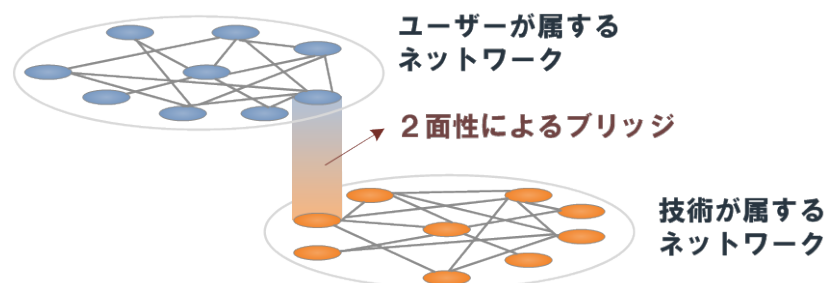


図 45 社会的ネットワークの観点から見た2面性の効果[再掲]

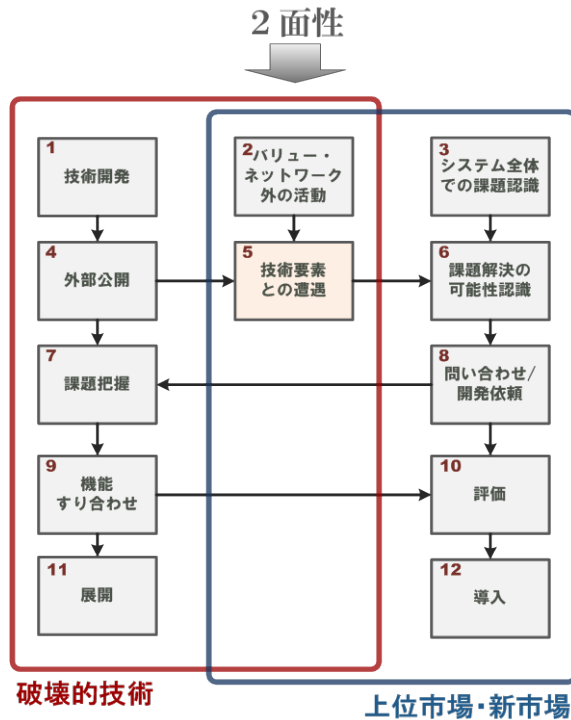


図 38 ユーザーの 2 面性がイノベーションプロセスに与える影響[再掲]

ユーザーは、2 面性を通じて、自らの業務におけるバリュー・ネットワークとは関係のないところで活動している破壊的技術を発見する。2 面性によって下記の効果が得られる。

- 「市場ニーズと技術の双方を知っている」という 2 面性は、ニーズとシーズの双方を知らなければそもそもどのような改善があり得るかすら判らない（「無」は「有」を無くすことでしか判らない）という観点から重要であり、破壊的イノベーションにおいてユーザー・ニーズ情報の粘着性が高い理由となっている。
- ユーザーの 2 面性は、「異なるバリュー・ネットワークの組み合わせである（ブリッジである）」ことにより、ブレークスルーを起こす可能性を高める。つまり、珍しい取り合わせを発生させることで、しばしば大きなブレークスルーを産み出す効果を与える。また、社会ネットワークにおける「ブリッジ」は「弱い紐帯」となり消滅しやすい特徴を持つが、個人の 2 面性として発揮されるため、これに当てはまらない。
- 2 面性を持つユーザーはニーズ情報・シーズ情報の双方に詳しいため、情報をやり取りする際の誤りの発生を抑制し、よりの確な修正案を提案し、また修正回数を減少させ、双方の満足度を上げ、また開発スピードを向上させる。

■ ユーザーの2面性の入れ子構造

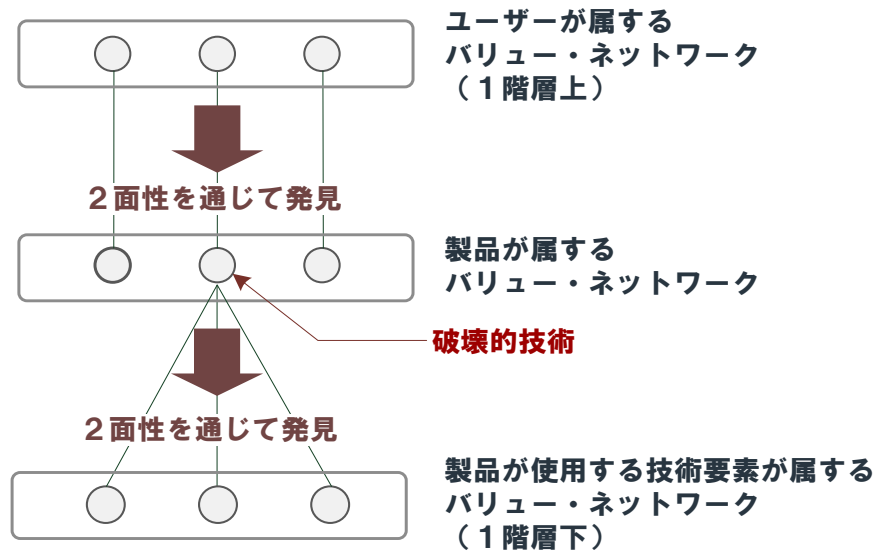


図 49 2面性の効果の入れ子構造[再掲]

ユーザーの2面性には、製品が市場へ参入する際に発揮される効果もあり、逆に製品を開発する際に発揮される効果もある。

自らの製品を破壊的技術として差別化する場合に、多面性を通じて1階層上のユーザーに発見してもらう方法もあるし、多面性を通じて発見した1階層下の技術を用いて、新しい市場を立ち上げることも考えられる。

■ 競争戦略へのインプリケーション

競争戦略へのインプリケーションとしては下記が挙げられる。

- 破壊的イノベーションを創出するためには、自らは所属していないバリュー・ネットワークを調査し、そのネットワーク内において機能的に応用可能な技術を発見する方法が考えられる。そのためには社会的ネットワークの多面性を利用する。
- 自らのバリュー・ネットワークにおける改善点と理想イメージを、日常的に持つことにより、上記の要素機能を発見できる可能性を高めることができる。
- 破壊的イノベーションに際して利用される技術は、その技術の開発者によって容易にカスタマイズできる状態にあることが望ましい。

第二節 今後の展望

本研究では、主にユーザーの２面性に着眼し、破壊的イノベーションの市場参入プロセスについて検討した。今後の課題として、下記が考えられる。

□ モデルの検証のための、より詳しい事例研究

本研究において考察された事項を他の破壊的イノベーションの事例に適用し、妥当性の確認とモデルの改善を行うことが必要である。

特に、下記の事項についての更なる検討が望まれる。

- ユーザーの２面性が発揮された事例におけるモデルの確認

本研究で得られた考察結果が適用できるか、他の事例を用いて確認する。今回はユーザーの２面性によって下位レイヤの技術が発見されるモデルについて検討したが、これとは逆に、下位レイヤの開発者の２面性によって上位レイヤの市場が発見される事例は存在しないか等の検討が必要である。また、組織単位での多面性が発揮される例に関しても検討が必要である。

- ユーザーの２面性が発揮されていない事例との比較

ユーザーの２面性が発揮されていない破壊的イノベーションの事例を検討し、本研究で検討した「市場・技術の発見とイノベーションの加速」「粘着性の影響」「社会的ネットワークの影響」等の事項がどのように異なるか確認する。

- 持続的イノベーションとの比較

持続的イノベーションにおいては既存の市場からの要望に応じて性能を進化させるが、そのような場合においてもユーザーの多面性は効果があるか。

□ モデルの拡張

本研究において未検討であり、更なる拡張のための検討課題となる事項として下記が挙げられる。

- ユーザーの２面性によるイノベーション発見プロセスについての更なる考察

本研究において、ユーザーが２面性を用いて「製品」を発見した事例を考察した。しかしながら、本来ユーザーが求めているものは理想イメージを達成

するための「機能」であり、必ずしも「製品」である必要はない。破壊的イノベーションが市場に参入する際、ユーザーが所属するバリュー・ネットワークとは異なるバリュー・ネットワークにおいて、「人材」や「設備」等の異なる経営資源が発見されるモデルについての検討が必要である。

また、異なるバリュー・ネットワークに存在するユーザーと破壊的技術がどのように結びついていくのかについて、更なるネットワーク的な考察が望まれる。特に、近年普及した SNS 等における人的ネットワークを介した破壊的イノベーションの事例があれば興味深い。加えて、ユーザーが技術を発見した後どのようなようにしてお互いの協力関係が構築されていくのか、コラボレーションのプロセスに関する検討も今後の課題である。

● ユーザーと技術開発者の相互協力プロセスに関する考察

本研究において、市場参入の際にユーザーと技術開発者の相互協力プロセスが見られた。一方、ソフトウェア業界における開発手法として、試作段階から市場に投入し、ユーザーの意見を聞きながら早期に無駄をなくしていく方法である「リーンソフトウェア開発」を採用する事例が見られる。このようなソフトウェア開発において、想定していなかったユーザーが得られた事例を発見して検討することにより、ユーザーと技術開発者の相互協力に関する新しい知見が得られる可能性がある。ソフトウェアの更新速度は非常に早く、カスタマイズ性も非常に高いからである。

● 破壊的イノベーションに伴うビジネスモデルの変化に関する考察

破壊的技術が市場に参入する際に、ビジネスモデルの変化が伴う。例えば Google が AndroidOS を開発した事例においては、従来の WindowsMobile 等の OS と比較して低価格（無料）の製品で参入しているが、これは Google がスマートフォンにおいて検索ビジネスを展開するための仕掛けであると考えられる。本研究において、破壊的技術が市場に参入するということは、ユーザーと開発者がそれぞれ所属する異なるバリュー・ネットワーク同士の融合と見ることができると論じた。これには、必然的にビジネスモデルの変化が伴う。バリュー・ネットワーク融合時のビジネスモデルの変化に関する検討が必要である。

謝 辞

本論文の作成にあたり、多くの方々のご指導ご協力と多くの支えを頂きました。ここに記し感謝を申し上げます。

始めに、本研究を進めるにあたり、終始温かいご指導を頂きました内田和成教授に心より感謝申し上げます。本研究がゆっくりと形になっていく過程において、自由な発想を阻害する事が無いよう常にご配慮頂き、応援を頂きました事は、大変有難く学ぶことの多い経験でした。本当に有難うございました。

続いて、快く副査をお引き受け頂き、ご指導を頂きました井上達彦教授、黒岩健一郎教授に感謝申し上げます。自分では気づくことができない学術的かつ多面的な視点を頂くことが出来、研究の指針が得られると共に、自分の研究している内容そのものについてより深く理解することが出来ました。誠に有難うございました。

事例の調査にあたり、大変お忙しい中、インタビューのお時間を頂きました谷山亮治様、川原正順様、平野尚志様、唐沢豊様、剣持秀紀様、小倉幸夫様、株式会社アールエフ広報 古林様に深く感謝し御礼申し上げます。本論文に記載されている事項についてはもちろんのこと、それ以外にも多岐に渡るご指導・アドバイスを頂き、自らの成長に繋がる学びが得られました。心より感謝しております。

また、2年間共に学んで来た内田ゼミの3期生同期の皆様に感謝致します。同じ道を歩む仲間の存在がどれ程嬉しいものであったか言葉では表せません。他の期の方々から様々なアドバイスと応援を頂き、大変心強く感じました。本当に有難うございました。

最後に、本研究の過程において常に変わらぬ励ましと応援を送ってくれた妻に、心からの感謝を捧げます。家族の理解と支え無しに本論文が完成することはあり得ませんでした。本論文が、良き記憶の一つとして思い出される作品となりますように。

2011 年 1 月 7 日 高村 和久

参考文献

- Aaron, Ken (2005). "Behind the Music." from <http://www.engineering.cornell.edu/news/engineering-magazine/archives/cem-fall-2005/Behind-the-Music.cfm>.
- Albert R., Jeong, Barabasi A.L. (1999). "Diameter of the World-Wide Web." *Nature* **401**(September): 130-131.
- Allen, T. J. (1977). 『Managing the Flow of Technology』. Cambridge, MA, M.I.T. Press.
- Bhide, Amar (2008). 『The Venturesome Economy』, Princeton University Press.
- Bhide, Amar (2009). "The Venturesome Economy: How Innovation Sustains Prosperity in a More Connected World." *Journal of Applied Corporate Finance* **21**(1): 8-23.
- Burke, R. R. (1996). Virtual Shopping: Breakthrough in Marketing Research. *Harvard Business Review*: 120-131.
- Burt, R. (1992). 『Structural Holes: the Social Structure of Competition』. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Chakravorti, B (2003). 『The Slow Pace of Fast Change』. Boston, Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M. (1992). "Exploring the Limits of the Technology S-curve, Part 1: Component Technologies." *Production and Operations Management Journal* **1**(fall 1992): 334-357.
- Christensen, C. M. (1997). 『The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail』. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., , M. E. Raynor (2003). 『The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth』. Boston, MA, Harvard Business School Press.
- Christensen, C. M., R. S. Rosenbloom (1995). "Explaining the Attacker's Advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network." *Research Policy* **24**(2): 233-257.
- Christensen, C. M., S. L. Hart and Thomas Craig (2001). The Great Disruption. *Foreign Affairs*. **80**.
- Cohen, W, D. Levinthal (1990). "Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation." *Administrative Science Quarterly* **35**: 128-152.
- Coleman, J. S. (1988). "Social Capital in the Creation of Human Capital." *The American Journal of Sociology* **94**(Supplement): S95-S120.

- Collins, H. M. (1982). 『Tacit Knowledge and Scientific Networks』 . Cambridge, MA, M.I.T. Press.
- Cooper, R. G. (1979). "Identifying Industrial new Product Success: Project NewProd." Industrial Marketing Management **8**: 124-135.
- Daft, R. L. and R. H. Lengel (1986). "Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design." Management Science **32**(5): 554-571.
- Daft, R. L. and R. H. Lengel and L. K. Trevino (1987). Message Equivocality, Media Selection, and Manager Performance: Implications for Information Systems. MIS Quarterly: 354-366.
- Dyer, J (2000). 『Collaborative Advantage: Winning Through Extended Enterprise Supplier Networks』 . New York, Oxford University Press.
- Fleming, Lee (2004). "Perfecting Cross-Pollination." Harvard Business Review **82**(9): 22-24.
- Franke, N., E. von Hippel, and M. Schreier (2006). "Finding Commercially Attractive User Innovations: A Test of Lead-User Theory." Journal of Product Innovation Management **23**(4): 301-315.
- Granovetter, M. (1973). "The Strength of Weak Tie." American Journal of Sociology **78**(6): 1360-1380.
- Hart, S. L., and C. M. Christensen (2002). "The Great Leap: Driving Innovation from the Base of the Global Pyramid." MIT Sloan Management Review **44**(1 (fall 2002)): 51-56.
- Jensen, M. C., W. H. Meckling (1995). "Specific and General Knowledge, and Organizational Structure." Journal of Applied Corporate Finance **8**(2): 4-18.
- Karney, Leander (2006). "Straight Dope on the iPod's Birth." from <http://www.wired.com/gadgets/mac/commentary/cultofmac/2006/10/71956>.
- Katz, R. , M. L. Tushman (1980). "External Communication and Project Performance: An Investigation into the Role of Gatekeepers." Management Science **26**(11): 1071-1085.
- Katz, R., T. J. Allen (1982). "Investigating the Not Invented Here (NIH) Syndrome: A Look at the Performance, Tenure, and Communication Patterns of 50 R&D Project Groups." R&D Management **12**(1): 7-19.
- Katz, R., T. J. Allen (1988). 『Organizational Issues in the Introduction of New Technologies』 . Cambridge, MA, Ballinger.
- Lüthje, C., C. Herstatt and E. von Hippel (2005). "User-innovators and "local" information: The case of mountain biking." Research Policy **34**(6): 951-965.

- Nonaka, I. , H. Takeuchi (1995). 『The Knowledge Creating Company』 . New York, Oxford University Press.
- Pavitt, K. (1987). "The Objectives of Technology Policy." Science and Public Policy **14**(4): 182-188.
- Perry, T. S. (2008). "From Podfather to Palm's Pilot." from <http://spectrum.ieee.org/consumer-electronics/portable-devices/from-podfather-to-palms-pilot/0>.
- Polanyi, M. (1958). 『Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy』 . Chicago, University of Chicago Press.
- Rosenberg, N. (1982). 『Inside the Black Box: Technology and Economics』 . New York, Cambridge University Press.
- Rothwell, R., C. Freeman, A. Horlsey, V. T. P. Jervis, A. B. Robertson and J. Townsend (1974). "SAPPHO updated-project SAPPHO phase II." Research Policy **3**: 258-291.
- Shaw, B. (1985). "The Role of the Interaction between the User and the Manufacturer in Medical Equipment Innovation." R&D Management **15**(4): 283-292.
- Szulanski, G. (1996). "Exploring Internal Stickiness; Impediments to the Transfer of Best Practice within the Firm." Strategic Management Journal **17**(Winter Special Issue): 27-43.
- Uzzi, B., S. Dunlap (2005). How to Build Your Network. Harvard Business Review. **December**.
- von Hippel, E (1978). "Successful Industrial Products from Customer Ideas." Journal of Marketing **42**(1): 39-49.
- von Hippel, E (1998). "Economics of product development by users: The impact of 'sticky' local information." Management Science **44**(5): 629-644.
- von Hippel, E, Marcie Tyre (1995). "How 'Learning By Doing' is Done: Problem Identification in Novel Process Equipment." Research Policy **19**(1): 1-12.
- von Hippel, E. (1976). "The dominant role of users in the scientific instrument innovation process." Research Policy **5**(3): 212-239.
- von Hippel, E. (1977). "The Dominant Role of the User in Semiconductor and Electronic Subassembly Process Innovation." IEEE Transactions on Engineering Management **EM-24**(2): 60-71.
- von Hippel, E. (1988). 『The Sources of Innovation』 , Oxford University Press.
- von Hippel, E. (1994). ""Sticky Information" and the Locus of Problem Solving: Implications for Innovation." Management Science **40**(4): 429-439.

von Hippel, E., M. J. Tyre (1995). "How learning by doing is done: problem identification in novel process equipment." Research Policy **24**(1): 1-12.

von Hippel, E., M. J. Tyre (1997). "The Situated Nature of Adaptive Learning in Organizations." Organization Science **8**(1): 71-83.

Voss, C.A. (1985). "The Role of Users in the Development of Application." Journal of Product Innovation Management **2**: 113-121.

Winter, S. (1987). 『Knowledge and Competence as a Strategic Assets』. Cambridge, MA, Ballinger.

Zander, U., B. Kogut (1995). "Knowledge and the Speed of the Transfer and Imitation of Organizational Capabilities: An Empirical Test." Organization Science **6**(1): 76-92.

"INNOVATION STUDIO JAPAN." from <http://innovativestrategy.wordpress.com/category/イノベーション>.

"アールエフ年表 製品開発の歩み." from http://www.rfsystemlab.com/company/history/product_his.html.

"ファミマヒストリー 情報システムの進化." from <http://www.family.co.jp/fun/history/system.html>.

."【特別インタビュー】『初音ミク』はこうして生まれた クリプトン 伊藤博之さん." from http://bcnranking.jp/news/0907/090701_14505p1.html.

(2004). iPod の開発. 日経エレクトロニクス, 日経 BP. **2004.5.24**.

(2008). 開発物語 「初音ミク」 <第一回> 出会いは着メロから. 日経エレクトロニクス, 日経 BP. **2008.2.11**.

エリック・フォン・ヒッペル (2006). 『民主化するイノベーションの時代』, ファーストプレス.

クレイトン・クリステンセン (2000). 『イノベーションのジレンマ』, 翔泳社.

クレイトン・クリステンセン (2003). 『イノベーションへの解』, 翔泳社.

クレイトン・クリステンセン (2008). 『イノベーションへの解 実践編』, 翔泳社.

クレイトン・クリステンセン, スコット・アンソニー, et al. (2005). 『明日は誰のものか』, ランダムハウス講談社.

ロナルド・バート (2006). 競争の社会的構造, 新曜社.

W・チャン・キム, レネ・モボルニュ (2005). 『ブルー・オーシャン戦略』, ランダムハウス講談社.

安田 雪 (2004). 『人脈作りの科学』, 日本経済新聞社.

安田 雪 (2010). 『「つながり」を突き止めろ』, 光文社新書.

井上 達彦 (2006). 『収益エンジンの論理』, 白桃書房.

貴志 奈央子 (2008). "ネットワーク特性と製品開発パフォーマンス." 東京大学 COE ものづくり経営研究センター Discussion Paper No.218 MMRC-J-218.

吉村 伸 (2008). "YAMAHA RT-100i 誕生秘話." from <http://www.netcat.jp/netcat.jp-web/>.

吉村 真弥 (2006). "イノベーション促進のためのネットワーク最適化の考察." UNISYS TECHNOLOGY REVIEW 90(AUG.2006): 6-19.

宮永 博史 (2009). "セレンディピティと MOT." 季刊 政策・経営研究 2009 3: 50-60.

高橋 伸夫 (2000). 『超企業・組織論』, 有斐閣.

高橋 伸夫, 信行 稲水 (2007). "ブリッジは弱い紐帯か?." 赤門マネジメント・レビュー 6(7): 281-286.

根来 龍之 (2008). "「イノベーションのジレンマ」論." 早稲田大学ビジネススクール講義資料.

坂本 光司 (2010). 『日本でいちばん大切にしたい会社 2』, あさ出版.

篠田 達 (2004). 『アールエフの知』, プレジデント社.

小川 進 (2000). 『(新装版) イノベーションの発生論理』, 千倉書房.

富士キメラ総研, 研究開発事業部 (1996). 『'97 情報機器マーケティング調査総覧 (下巻)』, 富士キメラ総研.

富士キメラ総研, 研究開発事業部 (1997). 『'98 情報機器マーケティング調査総覧 (下巻)』, 富士キメラ総研.

富士キメラ総研, 研究開発事業部 (1999). 『2000 情報機器マーケティング調査総覧 (下巻)』, 富士キメラ総研.

平野 尚志 (2006). ルーター開発現場から見えるインターネット ～過去・現在・未来～. 新潟インターネット研究会 第 10 回 インターネットセミナー.

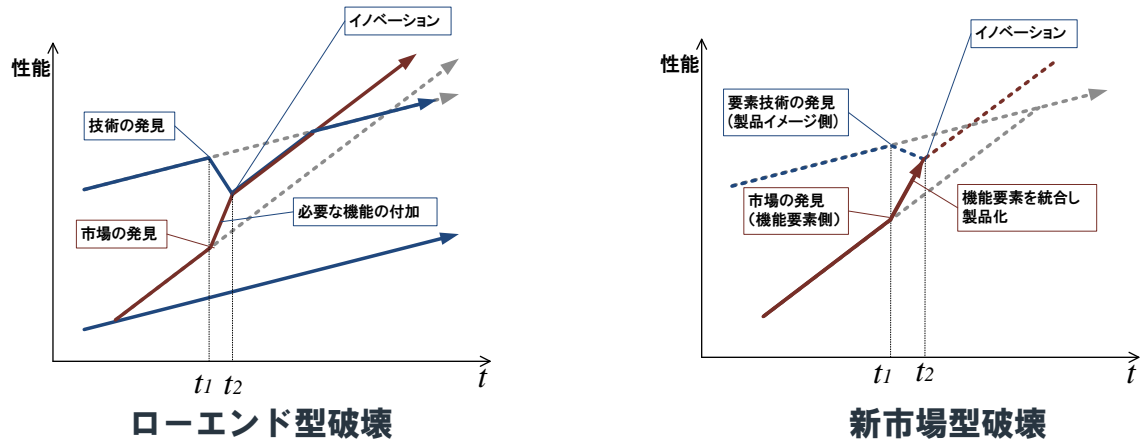
北川 勝喜 (2005). "小型・大容量 HDD の開発動向." 東芝レビュー 60(12): 2-6.

片平 秀貴 (1999). 『パワー・ブランドの本質』, ダイヤモンド社.

内田 和成 (1998). 『デコンストラクション経営革命』, 日本能率協会マネジメントセンター.

内田 和成 (2009). 『異業種競争戦略』, 日本経済新聞出版社.

Appendix: 破壊的技術の性能改善「加速」のロジック



本研究において、破壊的技術がユーザーに発見された後、技術性能の改善速度が加速するとした。本稿において、技術の改善速度が向上する要因について述べる。

技術の改善速度の向上要因としては

- 投入資源の増加
- 必要とされる機能の変化

が挙げられる。以下、それぞれについて説明する。

第一節 投入資源の増加による改善速度の向上

破壊的技術がユーザーに発見されると、市場が明確になり、経営資源を投入する動機が発生する。また、ユーザーの要望が既に存在しているため、早期にそれを達成することが競争力の要因になる。スピードを上げることが利益に結びつく状況であるから、経営資源に余裕がある場合には、人的資源・設備投資等の増強が行われる。

本研究においてとりあげた事例においては、ユーザーの要望に応えるための人的資源を専門に割り当てた事がこれに相当する。株式会社アールエフの場合には、口腔内カメラを開発するために1年間の人的資源を投入した。これは、従来対象としていた市場に対しての研究開発に対する投資を減少させ、口腔内カメラのために人的資源を投入した

事を意味する。ヤマハのルーターの事例においては、ユーザーの要望に応じて1年間で新製品を開発している。これも、ユーザーの求める技術性能の達成のために人的資源が投入されたことを意味している。iPodの事例では、iPodに使用されるデバイスドライバの作成のために、東芝のエンジニアが専門的に投入された。初音ミクの開発に際しては、サンプル音源の録音を効率化するプログラムの開発がヤマハにおいて進められ、ソフトウェアパッケージを開発したクリプトン・フューチャー・メディア社と、コア機能を提供したヤマハ社は常に緊密な連携体制を保持した。

事例全般において、破壊的技術がユーザーによって発見されカスタマイズ要求が発生した後に、ユーザーと開発者は、ニーズ情報とシーズ情報をすり合わせて製品の改善作業を行う。この時点で、破壊的技術の開発者にとって明確な市場・明確なゴールが設定される。これに応じて専用の開発資源が割かれる事となり、結果としてその時点からの開発スピードが向上する。これが破壊的技術の性能改善速度の「加速」の要因となる。

第二節 機能の付加・削除による技術改善速度の向上

■ 「性能要素」が複数存在する場合における、破壊的技術の「総合的性能」の表現

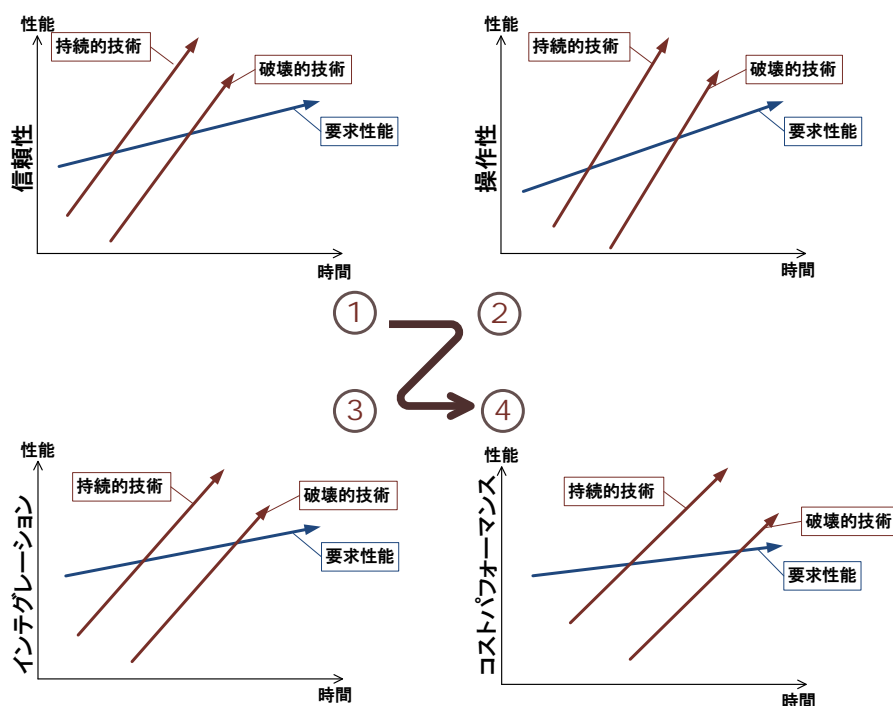


図7 競争地盤の変化

第二章（先行研究紹介）において、破壊的イノベーションには複数の競争地盤が存する場合には、それぞれの競争地盤において性能向上に関する改善が必要となることを述べた。例えば上図 7 においては、競争地盤が「信頼性」「操作性」「インテグレーション」「価格」と変化し、それぞれの競争地盤において市場の要求を満たす時期が異なっていることが示される。この競争地盤（性能指標）の全てにおいて市場の要求性能を達成した時点で、初めて破壊的技術は市場に受け入れられる。

本研究における「性能」とは、上記のように性能指標が複数存在する場合には、それらを総合的に表現する指標である。

今、ある製品に要求される性能の指標が N 個存在するとする。これらの指標における技術性能曲線がそれぞれ直線で示されるとすれば、それら N 本の直線を全て加算したのもやはり直線となる。

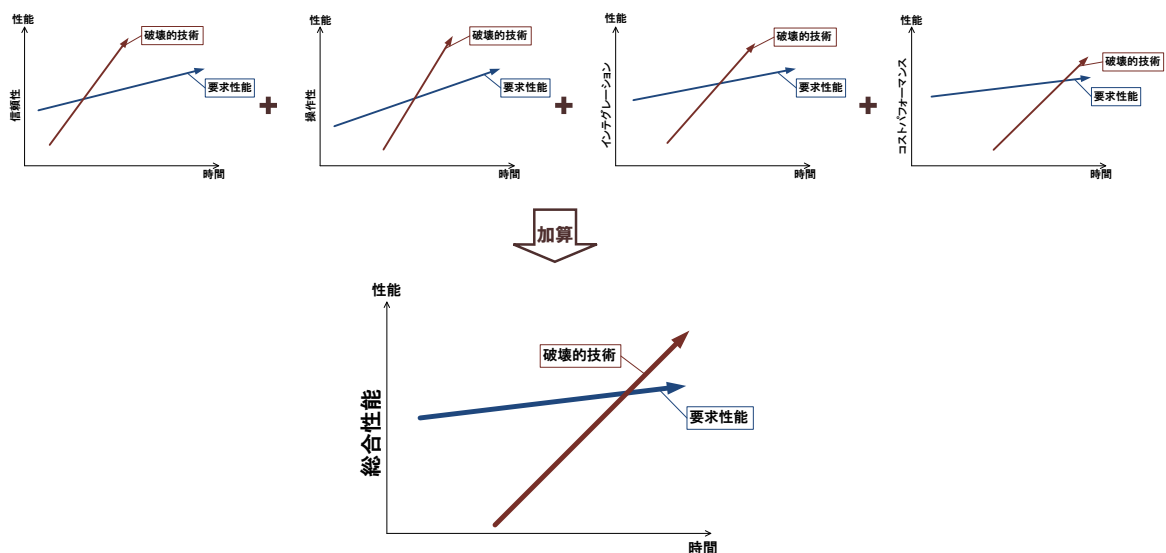


図 52 破壊的技術の総合性能曲線（1）

最もシンプルな方法としては、この直線をもって「総合性能」とであるとする考えられるが、この方法では下記のような問題が発生する。

- 「市場の要求直線」を上回る部分が同時に加算されるため、技術線と市場需要線の交点が、実際に破壊的技術が市場に受け入れられる時点と一致しない。

例えば図 52 において、実際には最も交点が遅い「コストパフォーマンス」における要求を満たすまで破壊的技術は市場には受け入れられないが、「総合性能」のグラフにおける 2 直線の交点は、時間的により早い場所になってしまう。

- 指標となる技術の開発が開始される以前の時期においては性能向上がないはずであるが、これを表現できない。例えば、「インテグレーション」の検討が全くされていない時期において性能向上は無いはずであるが、これを表現できない。
- 性能要素の「重要度」の違いが考慮されていない。

これらの問題を解決するため、各指標におけるグラフを下図のように「正規化」する。

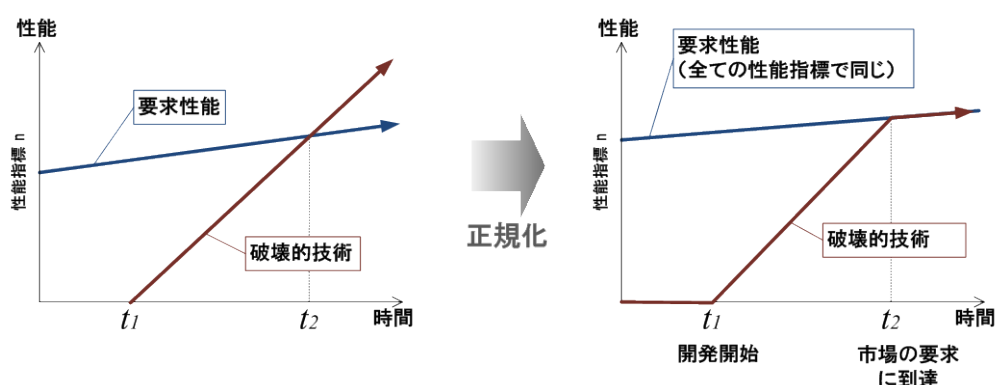


図 53 技術性能曲線の正規化

まず、「市場の要求性能」の直線を、全ての性能指標において同一になるように変換する。これは軸の取り方を変更するだけであるから、一般性は失われない。破壊的技術の直線についても同じ変換を行う。

これに続いて、破壊的技術の直線について、下記の修正を行う。

- 市場が要求する性能に到達した後は、市場の要求性能曲線と同一になるとする。市場の要求を上回る技術性能については、製品が市場に参入を果たした後に初めて競争力として考慮されるべきであるとする。
開発が始まるまでは性能は0であるとする。

図 53 の右の図において、時刻 t_1 までは開発が開始しないため性能の向上は無い。また、時刻 t_2 において市場の要求性能に到達した後は、性能の向上は市場の要求性能と同一になるとする。残りの区間である t_1 と t_2 の間の区間が、実際に性能が向上している区間となる。

このように正規化された各性能指標ごとの性能曲線を、重要度に応じて重み付けして加算する（次ページ図 54）。市場に参入を果たすまでの期間における、破壊的技術の総合的な技術性能は図 54 のように表すことができる。破壊的技術の性能向上は S 字カーブ状になることが判る。

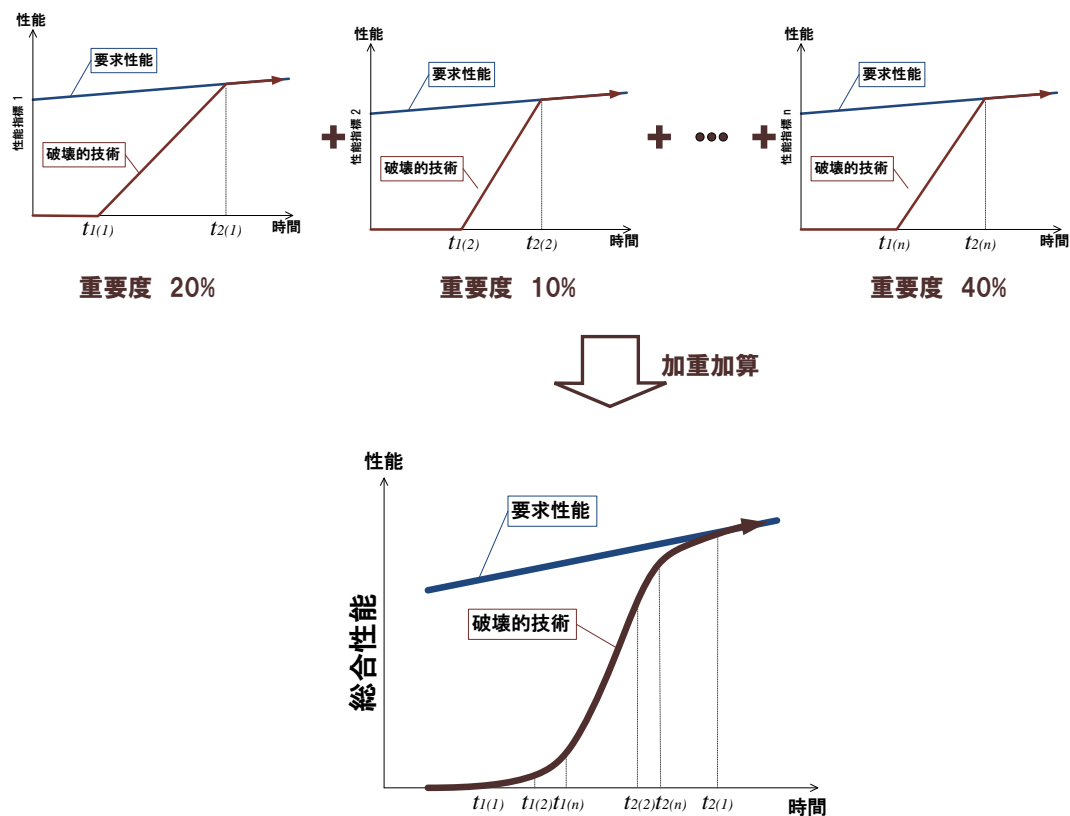


図 54 破壊的技術の総合技術曲線（2）

従来の破壊的技術の性能向上曲線は直線で表されているが、これは、

- 考慮すべき技術性能指標の数が少ない、もしくは、極めて重要な少数の指標が存在し、それ以外はあまり重要でない
- 各技術性能指標の、「開発開始時期」と「市場要求に到達する時期」がほぼ同じという場合の近似であると見る。

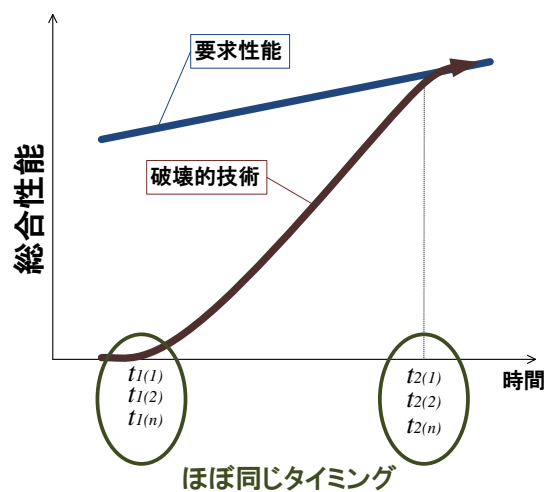


図 55 技術性能曲線の直線近似

■ 要素機能の付加・削除による技術改善速度の向上

上記を踏まえ、破壊的技術がユーザーに発見された後、技術性能の向上スピードが「加速」する要因について考える。

本研究において検討した事例において、技術がユーザーに発見された後に「機能のカスタマイズ要求」が発生している。これは、ユーザーが必要としている機能の中に、今まで開発者が検討していなかった性能指標が発生していることを示す。例えば、アールエフの口腔内カメラの事例においては、カメラの先端が口腔内に入る程度の「小型化」や、「耐水性」を持つ事が新たな性能指標として要求された。このような、ユーザーからのコンタクトがあるまでは存在しなかった性能指標が存在すると、破壊的技術の総合的な性能曲線の傾きがユーザーとの接触の前後で変化する。

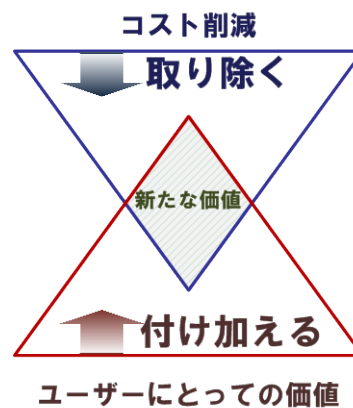


図 56 ブルー・オーシャン戦略における「バリュー・イノベーション」の概念図

ユーザーが破壊的技術を発見し、開発者と共同でカスタマイズを行うプロセスの結果、製品に新たに付加する機能と、製品から削除する機能が決定される。これはブルー・オーシャン戦略における「バリュー・イノベーション」の概念に近いプロセスとなっている。技術性能曲線と市場要求性能曲線のそれぞれについて、付加する機能と削除する機能が与える影響は下記のようなになる。

□ 付加機能の影響

ユーザーから新しい機能が要求されると、そのための開発が開始される。

これにより、破壊的技術の総合性能に新たな性能指標が付加され、技術性能曲線の傾きが増大する。

また、ユーザーが想定していた以上の機能が存在し、それが既に破壊的技術を用いる製品において完成されている場合には、既に市場の要求を満たしている性能指標

が新たに付加されることになり、破壊的技術の総合的な技術性能を非連続に向上させる効果を持つ。

例えば「ユーザーによって与えられる」新規の要素機能が N 個中 M 個存在すると仮定すると、ユーザーからのコンタクトが発生していない時期においては、 $(N-M)$ 個の要素機能のみにおいて改善が行われているため、破壊的技術の性能曲線の傾きが緩やかとなる。その後、ユーザーからのカスタマイズ要求が発生した時点において、 M 個の新規要素機能において開発が開始され、全体として N 個全ての機能において性能が向上する。つまり、ユーザーによって技術が発見され、カスタマイズ要求が発生した時点から、破壊的技術の性能曲線の傾きが増加することを意味している。

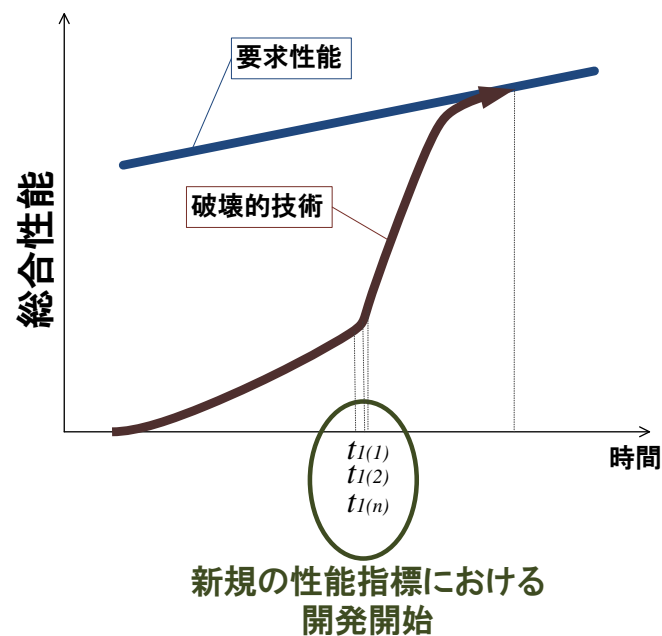


図 57 要素機能の付加の効果

□ 削除機能の影響

ユーザーが要望していない機能を削除することにより、その機能のために投入していた経営資源を他の目的に使用することができるようになる。この資源を必要な機能の開発に投入することにより、総合的な技術性能の改善スピードを加速させる効果を持つ。

また、ユーザーが既に使用している製品が過剰性能を持っている場合、破壊的技術を導入することにより、それらの機能を削除することができる。これは、「市場が要求する性能」を下げる効果を持つ。

この要求性能の低下に関して図 58 に示す。本来であれば青の実線に到達したことにより要求性能に到達する。しかし、異なるバリューネットワークにおける新しいユーザーによって新規の性能指標が定義され、削除できる・低減できる機能が明らかになると、その機能に相当する量の要求性能の低下が発生する。

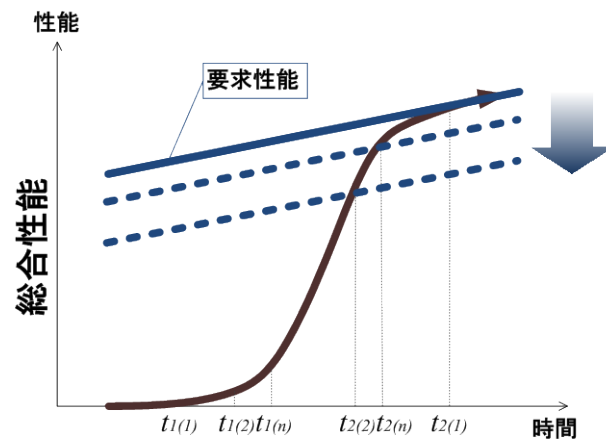


図 58 要素機能の削除の効果

実際には、破壊的技術の性能が、ユーザーから要求される性能に到達した時点でイノベーションが発生する（製品となる）。これを図 59 に示す。異なるバリュー・ネットワークに存在するユーザーが破壊的技術を発見し、新規の性能指標が定義されると、「付加機能」によって破壊的技術の性能改善速度が加速し、また、「削除機能」によって市

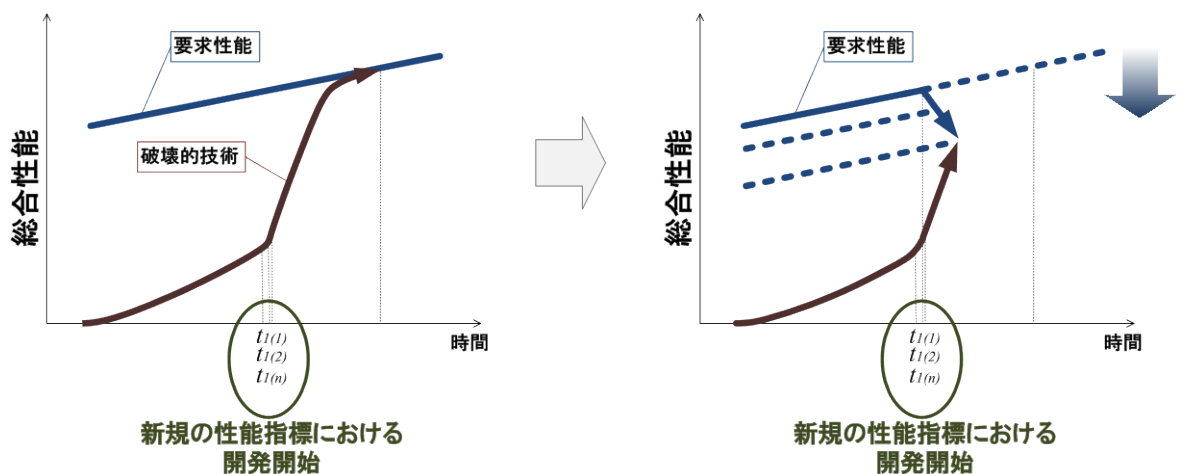


図 59 要素機能の追加・削除の両者を考慮した図

場の要求性能が低下する。この双方の効果によってイノベーションが加速する。

両者の性能が一致するまでの期間には「すり合わせ」作業が行われている。つまり、2面性を持つユーザーの要望に応じて、技術のカスタマイズが行われている。ここにおいて、破壊的技術・市場の双方の曲線が意味するのは「単一の」技術とユーザーである。よって、図 59 の右図における屈曲線は初めて市場に参入する 1 事例のプロセスについて示したものである。このプロセスを端緒として市場に破壊的技術が導入される。